JASMEC

平成11年度 ものづくり人材支援基盤整備事業
－技術・技能の客観化、マニュアル化等－

工業計器のメンテナンスに必要な 技術・技能のマニュアル

ループ・テストの方法と手順
トラブルシューティング事例

平成12年7月

中小企業総合事業団

情報・技術部

はじめに

中小企業総合事業団では、中小企業庁が進める国の重要施策である、中小企業のための数々の施策を実施しています。

さて、中小企業総合事業団では平成11年度「ものづくり人材支援基盤整備事業」において、技術・技能の客観化、マニュアル化等を行うことが、技術・技能の継承を図る上で重要と考え、それらを必要とする業界を対象に、『平成11年度ものづくり人材支援基盤整備事業－技術・技能の客観化、マニュアル化等－「工業計器のメンテナンスに必要な技術・技能のマニュアル」ループテストの方法と手順・トラブルシューティング事例』を作成いたしました。

最近の中小製造業の現場では、熟練技術者・技能者の高齢化が目立ち、退職後の製造現場の能力維持等が問題となってきています。

これは、熟練技術者・技能者、その個人の持つ技術・技能を後継者に伝承することにより、解決されうるものでありますが、その伝承・技能には訓練が伴い、適切な指導を行える指導者と時間が必要であります。

そこで、業界団体を通じて各中小企業者に本件を有効に活用頂き、技術・技能を継承するべき若年層等の人材の確保・育成の一助になれば幸いに存じます。

なお、本書の作成にあたり、ご協力頂きました関係者各位に厚く御礼申し上げます。

平成12年7月

中小企業総合事業団
情報・技術部
部長　鈴木　達也

目　次

第1章　ループ・テストの方法と手順

第2章　トラブルシューティング事例

1. ループ・テスト（総合機能検査試験）

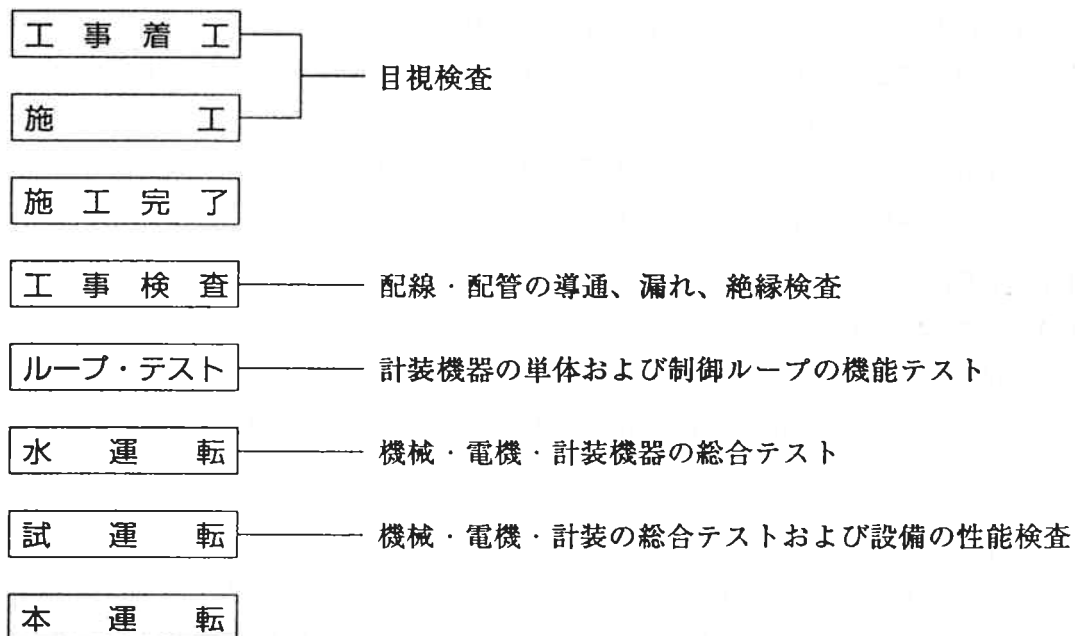
1.1 概要

1.1.1 ループ・テストとは

ループ・テスト（Loop Test）とは、IEEE電気用語辞典によると、ある導体が閉じられた回路、すなわちループの一部を形成しているとき、その導体の絶縁不良個所を特定するために用いられる検査試験方法である。

これをプラントにおける下記の計装工事検査概略フローからみると、ループ・テストは計器、機器や計装関連システムを運転可能状態（計器が設置され、その配線および配管が完全に接続されるとともに単体動作の確認検査が終了し、電源および空気源が供給状態にある）にし、運転上、安全保護上重要な制御機能、および単体動作の確認では困難な複数メーカ間にわたるシステム、制御盤間の制御機能、インターフェース（シーケンスのタイミングを含む）が総合的に設計通りであることを確認することである。

1.1.2 ループ・テストの位置付け

計装工事設計が終了し、工事図面をもとに本運転開始までの流れは次のようになる。

1.2 実施計画

システムの範囲、納期にもとづき作業項目を決定する。

人員の能力・経験、使用する測定器などについて十分配慮しスケジュールを作成する。なお、計画にあたっては次の事項を注意する。

(1) 特殊なツール、技能を必要とする場合は、事前に十分確認し、測定器・工具を

確保する。

(2) 責任者を明確にするとともに、作業者全員が作業の流れを把握できるフロー図等を準備することが望ましい。

(3) 仮設電話など遠隔通信手段を準備する。

1.3 ループ・テストの開始条件

設備責任者と作業内容、安全について確認する。

ループ・テストを開始する前に次の項目を必ず確認のうえ、実施する。

(1) 本設備が他設備と関連する場合は、ループ・テストの具体的内容、方法、作業分担等について事前に他設備側責任者と調整を行った後に、ループ・テストを実施する

(2) 関連工事（配管工事、ユニット機器周辺工事など）が完了している。

(3) 計器が正しく取り付けられている。

(4) 単体動作確認が必要な計器類の検査（現場計器、DCS、PLC、計器盤の納入後復元検査等）が完了し、動作可能な状態にある。

(5) 配線工事は導通および絶縁検査で合格している。

(6) 空気配管工事はエア・ブロー、通気および漏洩検査で合格している。

(7) 電源および空気源が正常に供給できる状態にある。

(8) 電子機器については、ループ・テスト着手前に電源を投入し、十分なウォームアップが行われている。

(9) 計装電源メイン・スイッチおよび計装空気元弁の操作は、設備責任者の立合い、または確認を行った後、実施する。

1.4 準備

1.4.1測定器・工具

単体および、ループ・テストに使用する主な測定器・工具類には次のものがある。これらの測定器に関しては、トレーサビリティも考慮した正しい維持管理が重要である。

(1) 測定器

直流電圧電流発生器、ディジタル・マルチメータ、ダイヤル可変抵抗器、ディジタル圧力計、圧力調整器、重錘形圧力天びん、冷接点補償器、専用コミュニケータ

(2) 工具、消耗品

工具セット、テスタ、テフロン・シール・テープ、継ぎ手、エア・チューブ、リードワイヤ

1.4.2 前準備

(1) 計器の動作を安定させるため、事前に計器に電源を供給する。（ウォームアップ時間は機種により異なるので、メーカの取扱説明書等により確認をする。）

(2) 電源供給時は、まず電源の一次側電圧が規定範囲内にあることを、テスタなど

で確認し、電源スイッチを投入する。必要に応じて直流電源装置、CVCF等の出力を調整する。

(3) 計装供給空気圧が所定の範囲内にあることを圧力計で確認する。必要に応じて、減圧弁で調整する。

(4) 輸送中や工事期間中の振動や衝撃防止用ストッパを取り外す。(ストッパにはゴム、木型、発泡スチロール製等がある)

(5) パラメータの設定が必要な計器および、警報設定器についてはあらかじめ設定をしておく。

(6) レベル計および流量計の導圧管シール・ラインには、指定されたシール液を注入し、その後計器のゼロ点を調整する。

(7) 計器類には次の作業を行なう。

① オイラに指定の油を規定量注入する。

② 液体ダンパ付き面積流量計へ指定の緩衝液を規定量注入する。

③ 調節弁のルーブリケータにグリスを注入する。

(8) 記録計はチャート紙およびインクを装填し、チャート紙の駆動装置の動作を確認する。

1.4.3 判定基準

ループ構成機器類の動作状態が、仕様通りであることを合・否の判定基準とする。

1.5 ループ・テスト

1.5.1 作業中の注意事項

(1) ループ・テスト要領にしたがってテストを行い、計器、ループ構成機器類が適切であることを確認する。

(2) 原則として、テスト終了後は受信器の指示値がゼロとなるように発信器のゼロ点調整、または専用コミュニケータによりゼロ点調整をする。

(3) 各種パラメータ類を確認する。

① 調節計の動作(正動作－逆動作)を確認する。

② 警報設定値、タイマ設定値、その他設定値リストに記載された値を確認する。

③ DCSおよびプログラム調節計の処理機能を確認する。

- 入力信号処理(開平演算、パルス・レート等)。
- 出力信号処理(出力制限等)。
- 制御出力信号の逆転処理。

(4) シーケンス機能の確認は、オンオフ模擬信号の入力によりシーケンスを実際に作動させて確認する。

(5) アナログ信号およびシーケンス用オンオフ信号の模擬信号を入力し動作を確認する。

(6) タイマ時間は任意に設定して検査できるが、検査終了後は元の状態に戻す。-

(7) 電動機のシーケンス機能確認は、電動機を切り離して行なう。

(8) インターフェース部の信号については、とくに次の点を確認する。

　① 電源供給がどちら側であるかを確認する。(ドライかウェットか)

　② 信号の出力タイプ(リレー出力またはオープン・コレクタ出力等)を確認する。

　③ 電源を確認する。

(9) テスト実施中に異音、振動、異常発熱などが発見された場合は、計装電源や、計装供給空気元弁を止め、作業を中止する。その後速やかに設備責任者に連絡し、原因究明を行う。

(10) ループ・テストを完了した計器やループ構成機器類には重複チェックを避けるため、マーキングを行う。

1.5.2 不合格時の処理方法

評価基準を満足しなかった場合には、評価基準を満足するようループの手直し、計器の調整・修理を行うか、予備計器と交換し、再度ループ・テストを行う。

1.5.3 検査成績書

検査成績書は、計器信号系統図（計装ループ）上の動作が確認された信号経路をマーカ等により印を付けてテスト漏れがないように行い、判定欄には「合・否」、チェック項目の結果、検査データ、実施担当者名、責任者名、完了日を記入する。

不合格の場合は、1.5.2「不合格時の処理方法」に従う。

1.6 復旧

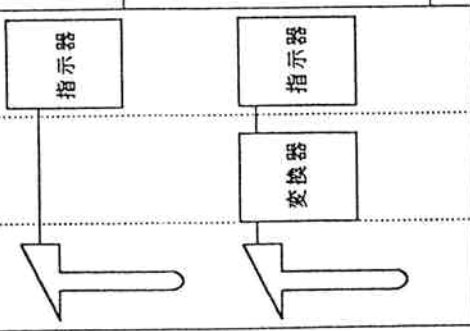
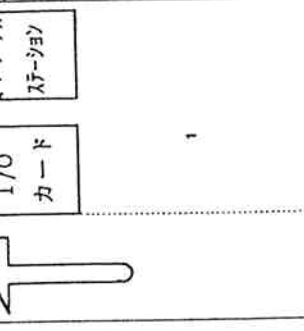
テスト終了後、設備責任者と確認の上、次の処理を的確に行う。

(1) 計器の配線、配管をもとの状態に戻すとともに、端子および継手の増締めを行い、緩み漏れのないこと、また、計器端子箱の蓋が確実に閉まっていることも確認する。

(2) 電源のスイッチを確認する。

(3) 計装供給空気の元弁を確認する。

(4) 導圧管、サンプリング配管の元弁、手元弁、ドレン弁、ベント弁、三岐弁等をもとの状態に戻す。

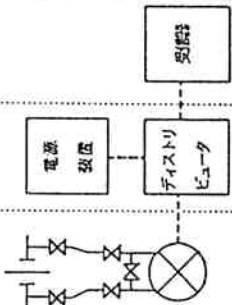
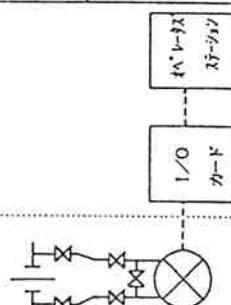
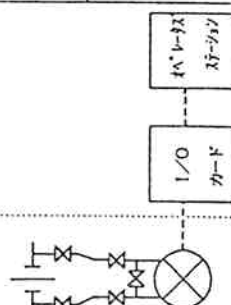
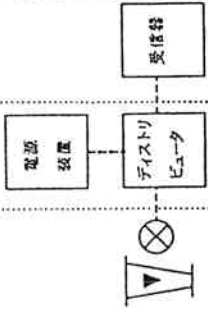
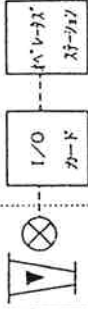
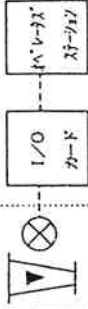
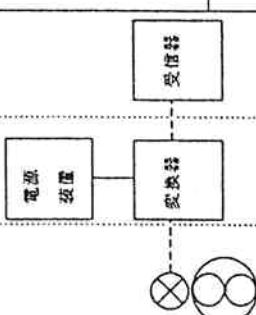
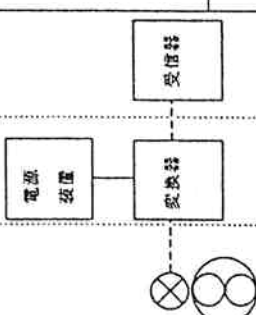
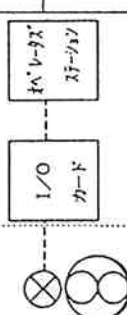
(5) ジャンパ線による短絡を行った端子および結線を外した端子は、確実に図面通りに復旧する。

*なお、ループ・チェック・リスト記入例とフォーマットを42、43ページに参考例として記載する。

1.7 ループ・テスト実例集

目　次

温度	項目	手順	注意事項
測温抵抗体、熱電対① フィールド　ラック　パネル 指示器 変換器　指示器	1．準備	◎検出端の端子台カバーを取り外し、配線を開放する。	・カバー、Oリング、パッキンなど落とさないようにする。
	2．外観チェック	◎端子箱の損傷、端子台の腐食の有無を確認する。	
フィールド　DCS I/Oカード　オペレータステーション	3．機能性能チェック	◎ 指示……………開線した配線に模擬入力装置（6ダイヤル抵抗器、電圧発生器など）にて、レンジにあった入力値を入れ、受信器の指示値を確認する。 ◎ バーンアウト…検出端端子部で配線を開放し、受信器の指示が上限または下限に振りきれることを確認する。	・電気式の模擬入力装置は、計器安定のため十分ウォーミングアップを行う。
	4．復旧作業	◎端子部の極性を確認し、元の状態に戻す。 ◎受信器で検出部の温度が出ていることを確認する。	・パッキン、Oリングが付いていることを確認する。 ・配線の噛込み、+、−、A、B、bを確認し、元に戻す。

温度 測温抵抗体、熱電対② フィールド ラック パネル 指示器 変換器 指示器 フィールド DCS I/O カード オペレータステーション	項目	手順	注意事項
	1. 準備	◎検出端…挿入長を確認し、検出端を抜く。 ◎端子台カバーを外す。	・挿入長は、抜く前に印などを付け、同じ位置に戻せるようにする。 ・カバー、Oリング、パッキンなど落とさないようにする。
	2. 外観チェック	◎端子箱の損傷、端子台の腐食の有無を確認する。	
	3. 機能性能チェック	◎ 指示……………検出端を恒温槽に入れ、受信器に恒温槽の温度が出ていることを確認し、記録する。 ◎ バーンアウト…検出端端子部で配線を開放し、受信器の指示が上限または下限に振りきれることを確認する。	・測定点は、恒温槽で作れる温度とし、それ以外は模擬入力でのループ・テストとする。
	4. 復旧作業	◎端子部の極性を確認し、元の状態に戻す。 ◎挿入長を確認し、検出端を取り付け、指示計で検出部の温度が出ていることを確認する。	・パッキン、Oリングが付いていることを確認する。 ・配線の噛込み、+、−、A、B、bを確認し、元に戻す。

温度	項目	手順	注意事項
放射温度計 フィールド / ラック / パネル （検出器）―指示器	1. 準備	◎検出器…取付状態を確認し、測定距離、角度を測り、記録しておく。	・取付金具など、ゆるみがないかを確認し、あれば増締めをする。
（検出器）―変換器―指示器	2. 外観チェック	◎レンズの汚れ、端子台の腐食の有無を確認する。	・レンズの汚れは、やわらかい布などでふき取る。
フィールド / DCS （検出器）―ディストリビュータ―I/Oカード―オペレータステーション	3. 機能性能チェック	◎指示…検出器のレンズより測定点に基準の温度計を置き、放射温度計の指示が出ていることを確認し、記録する。 高温の熱源に放射温度計をあてて、指示が変化することを確認する。	・測定点は、基本的に常温とする。
	4. 復旧作業	◎測定距離、角度を確認し、変更したときは、確実に元の状態に戻す。	・取付金具などゆるみがないかを確認し、増締めをする。

温度	項目	手順	注意事項
細管温度計 フィールド ラック パネル 指示器 空気式 ディストリビュータ 指示器 電気式	1. 準備	◎検出端…………挿入長を確認し、検出端を抜く。 ◎計装供給空気…空気式発信器の場合は、個別バルブを開にし、計器圧力を所定の値に設定する。	・挿入長は、抜く前に印などを付け、同じ位置に戻せるようにする。 ・キャピラリ部は、必要以上に曲げない。
	2. 外観チェック	◎検出部およびキャピラリ部の折れ、曲がり、損傷の有無を確認する。	
フィールド DCS I/O カード オペレータステーション	3. 機能性能チェック	◎指示…検出端を恒温槽に入れ、受信器に恒温槽の温度が出ていることを確認する。 検出端が抜けない場合は、検出部の温度を測り、受信器の指示値を確認する。	・測定点は、恒温槽で作れる温度とし、それ以外は現状の温度指示をひかえ、ゼロ点調整を操作し、指示が変化することを確認する。また確認後はひかえた温度指示に確実に戻す。
	4. 復旧作業	◎挿入長を確認し、検出端を取り付け、指示計で検出部の温度が出ていることを確認する。	・空気式の場合、各配管など継手部分のエア漏れがないことをリーク液や石鹸水で確認する。

圧力

圧力発信器①

フィールド	ラック	パネル
空気式		指示器
電気式	ディストリビュータ	指示器

フィールド	DCS	
	ディストリビュータ	
	I/Oカード	オペレータステーション

項目	手順	注意事項
1. 準備	◎電気式…発信器の端子台カバーを取り外し、配線を外す。 ◎空気式…空気式の場合は、個別バルブを開にし、計器圧力を所定の値に設定する。	・供給圧の値は、名板やスペック・シートなどで確認して行う。 ・継手部分からのエア漏れがないことをリーク液や石鹸水で確認する。
2. 外観チェック	◎発信器および、導圧管の損傷の有無を確認する。 ◎ダイアフラム式の場合は、受圧部の損傷がないことを確認する。	
3. 機能性能チェック	◎ 指示……発信器の出力配線または、配管に入力装置（加圧器、電圧電流発生器）にて入力し、受信器の指示を読み取り、記録する。 ◎ ゼロ点…圧力がゼロであることを確認し、ゼロ調整を行い、指示がゼロであることを確認する。	・真空などのレンジの場合は、真空ポンプなど圧力がかけられる時以外は、ゼロ点のみとし、中間レンジの場合は、ゼロ調整は実地しない。
4. 復旧作業	◎取り外した継手、配管がある場合は、元の状態に戻す。	・端子部カバーのOリング、パッキンが付いていることを確認する。 ・空気式の場合、各配管など継手部分のエア漏れがないことをリーク液や石鹸水で確認する。

圧力

圧力発信器②

項目	手順	注意事項
1. 準備	◎導圧配管………発信器入り口のバルブを閉め、ドレン抜きをする。 ◎計装供給空気…空気式の場合は、個別バルブを開にし、計器圧力を所定の値に設定する。	・供給圧の値は、名板やスペック・シートなどで確認して行う。 ・継手部分からのエア漏れがないことをリーク液や石鹸水で確認する。
2. 外観チェック	◎発信器および、導圧管の損傷の有無を確認する。 ◎ダイアフラム式の場合は、受圧部の損傷がないことを確認する。	
3. 機能性能チェック	◎ 指示……発信器の受圧部に入力装置（加圧ポンプ、重錘型圧力計など）にて加圧し、受信器の指示値を確認する。 ◎ ゼロ点…圧力がゼロであることを確認し、ゼロ調整を行い指示がゼロであることを確認する。	・真空などのレンジの場合は、真空ポンプなど圧力がかけられる時以外は、ゼロ点のみとし、中間レンジの場合は、模擬入力テストで行う。
4. 復旧作業	◎取り外した継手、配管がある場合は、元の状態に戻す。 ◎ドレン・バルブは閉にし、入力バルブを開にし、エア抜きを確実に行う。	・空気式の場合、各配管など継手部分のエア漏れがないことをリーク液や石鹸水で確認する。

流量	項目	手順	注意事項
差圧流量計 フィールド ラック パネル 電源装置 ディストリビュータ 受信器	1. 準備	◎導圧配管… （ドライ・レグの場合） ドレン・プラグを開け、ドレン抜きをする。 （ウェット・レグの場合）コンデンス・ポットに液張りを行い、エア抜きをする。 ◎計装供給空気…空気式発信器の場合は、個別バルブを開にし、計器圧力を所定の値に設定する。	・エア・ブローが行われていることを確認する。
	2. 外観チェック	◎損　傷…発信器および導圧配管の損傷の有無を確認する。	
フィールド DCS	3. 機能性能チェック	◎指示……差圧発信器のゼロ点調整ネジを操作し、指示が変化することを確認する。 ◎ゼロ点…3岐弁を操作し、H側、L側を均圧にした後、発信器のゼロ点調整ネジを操作し、受信器のゼロ点に合わせる。	・入力処理（開平、温度補正等）を行っている場合があるので注意する。 ・必要に応じ、フィールドより統一信号を入力してチェックする。
I/Oカード オペレータスステーション	4. 復旧作業	◎フィールドより模擬入力を入れた場合は、端子部を元の状態に戻す。 ◎3岐弁および操作を行ったバルブ類を元の状態に戻す。	・端子箱蓋のOリングが付いていることを確認する。 ・配線の噛込みがないように注意する。

流量	項目	手順	注意事項
面積流量計 フィールド ラック パネル 電源装置 ディストリビュータ 受信器	1. 準備	◎計装供給空気…空気式発信器の場合は、個別バルブを開にし、計器圧力を所定の値に設定する。 ◎固定ネジ………器内のレバー等に取り付けられている運搬時の固定ネジ、またはゴム・バンド等を取り外す。	・エア・ブローが行われていることを確認する。
	2. 外観チェック	◎損　傷…本体の損傷の有無を確認する。	
フィールド DCS	3. 機能性能チェック	◎指示…発信器内のマグネット・レバーを手で動かし、本体の指示値を任意の値に合わせる。 受信器にて、相当する指示値が表示されていることを確認する。	・入力処理（温度補正等）を行っている場合があるので注意する。 ・必要に応じ、フィールドより統一信号を入力してチェックする。 ・フロートが固定、または固着している場合があるので、水運転時にチェックする。
I/O カード オペレータズステーション	4. 復旧作業	◎フィールドより模擬入力を入れた場合は、端子部を元の状態に戻す。	・端子箱蓋のOリングが付いていることを確認する。 ・配線の噛込みがないように注意する。

流量	項目	手順	注意事項
容積流量計 フィールド　ラック　パネル 電源装置 / 変換器 / 受信器	1. 準備		
	2. 外観チェック	◎損　傷…本体の損傷の有無を確認する。	
フィールド　DCS I/Oカード / オペレータズステーション	3. 機能性能チェック	◎指示……計数部を本体より外し、カップリング・ギアを手で回転させ、指示（積算）値が変化することを確認する。 ◎レンジ…フィールド計数部の積算値と受信器の積算値が一致していることを確認する。	・小型のオーバル流量計は、計数部がなく、カップリング部を手で回せないタイプもある。 （例　マグネ・センサ・タイプ） これらのタイプについてはフィールドより模擬入力信号を入力することで、これに代える。または、水運転時における実流テストにて指示チェックを行う。 ・入力処理（温度補正等）を行っている場合があるので注意する。
	4. 復旧作業	◎フィールドより模擬入力を入れた場合は、端子部を確実に元の状態に戻す。 ◎カップリング・ギアの噛合いに注意しながら計数部を元の状態に戻す。	・端子箱蓋のOリングが付いていることを確認する。 ・配線の噛込みがないように注意する。

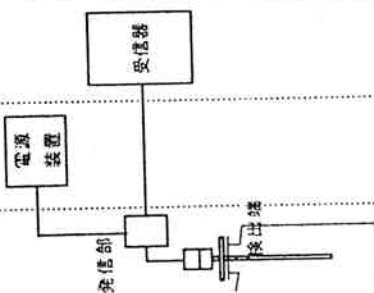
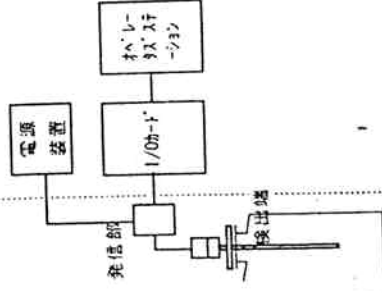
流量	項目	手順	注意事項
渦流量計 フィールド ラック パネル 電源装置 ディストリビュータ 受信器	1. 準備		
	2. 外観チェック	◎損　傷…本体の損傷の有無を確認する。	
	3. 機能、性能、チェック	◎簡易…配管に振動を与えて指示の変化を見る。 ◎必要により模擬入力チェックを行う。 （イ）指示……………簡易的に出力信号の調整ができない場合は、フィールドより模擬入力を入れることにより指示チェックを行う。 （ロ）パルス・レート… （イ）の作業にてパルス・レート（周波数設定値）の確認を同時に行う。	・水運転時に実流テストにて指示を確認する。 ・入力処理（温度補正等）を行っている場合があるので注意をする。
フィールド DCS I/Oカード オペレータズステーション	4. 復旧作業	◎フィールドより模擬入力を入れた場合は、端子部を確実に元の状態に戻す。	・端子箱蓋のOリングが付いていることを確認する。 ・配線の噛込みがないように注意する。

流量	項目	手順	注意事項
コリオリ流量計 フィールド ラック パネル 電源装置 受信器 流量計	1. 準備	◎計器内部パラメータの確認、設定 ・流量計のパラメータの（レンジ、フィルタ、出力信号処理、バーンアウト動作等）を設定確認する。	・取扱説明書を熟読し、設定が必要なパラメータは事前にリストアップし、リスト化しておく方が良い。 ・リスト化または印字出力したパラメータ・リストはドキュメントとして保管する。
	2. 外観チェック	◎損傷…本体の損傷の有無を確認する。	
フィールド DCS 電源装置 I／O カード オペレータズステーション 流量計	3. 機能性能チェック	◎指示 ・模擬信号発生器により任意の模擬信号を入力し、DCSなどの受信器にて指示値の変化を確認する。 ・流量計にテスト出力機能が装備されている流量計は、任意の値をテスト機能で出力し、受信器の指示値変化を確認する。 ◎ゼロ点 ・水または実液が検出器の中に充満していることを確認した後、ゼロ調整ネジまたは専用コミュニケータでゼロ点の確認調整を行う。	
	4. 復旧作業	◎フィールドより模擬入力を入れた場合は、信号配線や端子BOXの蓋等を元の状態に戻す。	・端子箱蓋のOリングが付いていることを確認する。 ・配線の噛込みがないように注意する。

流量	項目	手順	注意事項
電磁流量計 フィールド ラック パネル 電源装置 受信器 流量計	1．準備	◎計器内部パラメータの確認、設定 ・設計仕様書、取扱説明書に従って、所定のパラメータを確認、設定する。（レンジ、単位、フィルタ、バーンアウト方向等）	・取扱説明書を熟読し、設定が必要なパラメータは事前にリストアップし、リスト化しておく方が良い。 ・リスト化または印字出力したパラメータ・リストはドキュメントとして保管する。
	2．外観チェック	◎損傷…本体の損傷の有無を確認する。	
フィールド DCS 電源装置 I／O カード オペレータズ ステーション	3．機能性能チェック	◎指示 ・模擬信号発生器により任意の模擬信号を入力し、DCSなどの受信器にて指示値の変化を確認する。 ・流量計にテスト出力機能が装備されている流量計は、任意の値をテスト機能で出力し、受信器の指示値変化を確認する。 ◎ゼロ点 ・水または実液が検出器の中に充満していることを確認した後、ゼロ調整ネジまたは専用コミュニケータでゼロ点の確認調整を行う。	
	4．復旧作業	◎フィールドより模擬入力を入れた場合は、信号配線や端子ＢＯＸの蓋等を元の状態に戻す。	・端子箱蓋のOリングが付いていることを確認する。 ・配線の噛込みがないように注意する。

流量	項目	手順	注意事項
超音波流量計 フィールド　ラック　パネル	1. 準備	◎パラメータの確認および設定 ◎設計仕様書に合致するよう、所定のパラメータを確認、設定する。 （レンジ、単位、時定数、バーンアウト、積算パルス・レート等）	・パラメータ・リストを作成し、設定値はドキュメントとして保管する。
	2. 外観チェック	◎施工状態の確認 ・センサの取付位置および方向が正しいかを確認する。 ・配管の直管長が所定の長さに確保されているかを確認する。 ・配管内に気泡が溜まらない施工になっているかを確認する。	・取付けの留意点は取扱説明書を参照。
フィールド　DCS	3. 機能性能チェック	◎指示 ・流量計にテスト出力機能が装備されているものは、任意の値をテスト機能で出力し、受信器の指示値を確認・記録する。 ◎ゼロ点 ・測定液が配管の中に充満していることを確認したのち、ゼロ点の確認・調整をおこなう。	・配管に測定液が充満し流れていない。
	4. 復旧作業	◎測定モードに戻し、正常な動作状態であることを確認する。	

流量	項目	手順	注意事項
せき流量計 フィールド ラック パネル ディストリビュータ 受信器 セキ	1. 準備	◎水頭ゼロ位置で流量計のフロート取付位置が正しいかを確認する。	・水頭の変動範囲内ではバランス用重錘（オモリ）が水没しない。
	2. 外観チェック	◎発信器およびフロート、ワイヤの損傷の有無を確認する。	
フィールド DCS I/Oカード オペレーズステーション セキ	3. 機能性能チェック	◎指示 ・プーリを手で回転させ、所定の水頭を入力し、受信器の指示値を確認する。 ◎ゼロ点 ・セキの水頭がゼロのとき、発信器内部の水頭指示がゼロになるようにワイヤ長を調整する。	・セキ流量―水位曲線より各流量における水頭を確認する。 ・セキの水頭がゼロである。
	4. 復旧作業	◎信号配線や端子箱の蓋などを元の状態に戻す。	・フロートが水平に浮かんでいる。

レベル	項目	手順	注意事項
差圧レベル計 フィールド／ラック／パネル 0%（ウェットレグ）ディストリビュータ 受信器 0%（ドライレグ）ディストリビュータ 受信器 フィールド／DCS 0%（ウェットレグ）I/Oカード オペレータズステーション 0%（ドライレグ）I/Oカード オペレータズステーション	1．準備	◎導圧配管…H側：液張りを行い、エア抜きをする。 L側：（ドライ・レグの場合）ドレン・プラグを開け、ドレン抜きをする。 （ウェット・レグの場合）コンデンスポットに液張りを行い、エア抜きをする。 ◎計装供給空気…空気式発信器の場合は、個別バルブを開にし、計器圧力を所定の値に設定する。	・山武製発信器では、H側L側が逆になる場合があるので注意する。 ・実液を入れることができない場合は、ゼロ点調整は本運転に入ってから行う。 ・エア・ブローが行われていることを確認する。
	2．外観チェック	◎損傷…………発信器および導圧配管の損傷の有無を確認する。 ◎エア漏れ……継手部分からのエア漏れがないことをリーク液や石けん水で確認する。	
	3．機能性能チェック	◎指示…………差圧発信器ゼロ点調整ネジを操作し、受信器の指示値が変化することを確認する。インテンジェント型の場合は専用コミュニケータにより模擬出力信号を発生させ、受信器の指示値が変化することを確認する。 ◎ゼロ点………ゼロ点位置を取出バルブ位置にした場合は、導圧管の液張り状態および液面がゼロ点以下の状態であることを確認し、受信器の指示値がゼロになるよう発信部のゼロ点調整ネジを調整する。 インテリジェント型の場合、受信器の指示値がゼロになるよう専用コミュニケータによりゼロ点を調整する。	・必要に応じ、現場より統一信号を入力してチェックする。
	4．復旧作業	◎現場より模擬入力を入れた場合、元の状態に戻す。 ◎操作を行ったバルブ類を元の状態に戻す。	・端子箱蓋のOリングが付いていることを確認する。 ・配線の噛込みがないように注意する。 ・模擬出力信号発生時の定電流出力モードを必ず解除する。

レベル	項目	手順	注意事項
ディスプレーサ・レベル計 フィールド ラック パネル ディストリビュータ 受信器	1. 準備	◎計装供給空気…空気式発信器の場合は、個別バルブを開にし、計器圧力を所定の値に設定する。 ◎固定ネジ………運搬時・工事期間中の振動・衝撃を防止するために取り付けられている固定ネジを取り外す。	・エア・ブローが行われていることを確認する。
	2. 外観チェック	◎損傷…………本体の損傷の有無を確認する。 ◎エア漏れ……継手部分からのエア漏れがないことをリーク液や石けん水で確認する。	
フィールド DCS I/Oカード オペレータズステーション	3. 機能性能チェック	◎指示………トランスミッタ・リンク部を取り外し、手で指針操作または発信部ゼロ点調整ネジを操作し、受信器の指示値が変化することを確認する。 ◎ゼロ点……液面が測定範囲以下であることを確認し、本体指示値がゼロになるように指針を調整する。次に、受信器の指示値がゼロになるよう発信部ゼロ点ネジを調整する。	・界面計の場合は、実液でゼロ点調整を行う。
	4. 復旧作業	◎トランスミッタ・リンク部を元の状態に戻す。 ◎操作を行ったバルブ類を元の状態に戻す。	・端子箱蓋のOリングが付いていることを確認する。

レベル	項目	手順	注意事項
フロート・レベル計 ① フィールド / ラック / パネル ディストリビュータ — 受信器	1. 準備	◎計装供給空気…空気式発信器の場合は、個別バルブを開にし、計器圧力を所定の値に設定する。	・エア・ブローが行われていることを確認する。
	2. 外観チェック	◎損傷…………指示計本体およびガイド・パイプの損傷の有無を確認する。 ◎エア漏れ……継手部分からのエア漏れがないことをリーク液や石けん水で確認する。	
フィールド / DCS I/Oカード — オペレータズ・ステーション	3. 機能性能チェック	◎指示……発信部本体のゼロ点調整ネジを操作し、受信器の指示値が変化することを確認する。巻上機構付きの場合は、フロートを巻き上げ、受信器の指示値が変化することを確認する。 ◎ゼロ点…液面が測定範囲以下であることを確認し、受信器の指示値がゼロになるよう発信部のゼロ点調整ネジを調整する。	・必要に応じ、現場より統一信号を入力してチェックする。 ・界面計の場合は、実液でゼロ点調整を行う。
	4. 復旧作業	◎現場より模擬入力を入れた場合、元の状態に戻す。	・端子箱蓋のOリングが付いていることを確認する。 ・配線の噛込みがないように注意する。

レベル

フロー卜・レベル計 ②

フィールド　ラック　パネル

リレー回路　受信器

フィールド　DCS

I/Oカード（DIリレーカード）　オペレータズステーション

項目	手順	注意事項
1．準備	◎検出部の端子部カバーを取り外す。 ◎計装供給空気…空気式発信器の場合は、個別バルブを開にし、計器圧力を所定の値に設定する。	・エア・パージが行われていることを確認する。
2．外観チェック	◎損傷…………本体の損傷の有無を確認する。 ◎エア漏れ……継手部分からのエア漏れがないことをリーク液や石けん水で確認する。	
3．機能性能チェック	◎動作…………検出部の端子台にて結線を開放あるいは短絡し、受信器表示と一致することを確認する。手でフロート位置を操作できる場合は、手でフロートを動かすことにより表示の変化を確認する。	
4．復旧作業	◎現場より模擬入力を入れた場合、元の状態に戻す。	・端子箱蓋のOリングが付いていることを確認する。 ・配線の噛込みがないように注意する。

レベル	項目	手順	注意事項
フロート・レベル計③ フィールド ラック パネル ディストリビュータ 受信器	1．準備	◎プーリからフロートおよび重錘に接続されているワイヤを外す。	・ワイヤを外す前に、現在のレベル指示とプーリとワイヤの接点に合マークをつける。 ・巻尺などで実測できる場合は、基準点を定め、元のレベルに戻せるようにする。
	2．外観チェック	◎発信器、フロートおよびワイヤの損傷の有無を確認する。	・フロートおよび重錘取付ワイヤ長は所定の長さである。
フィールド DCS I/Oカード オペレータズステーション	3．機能性能チェック	◎指示 プーリを手で回転させ、発信器指示値と受信器指示値を確認・記録する。	・プーリを回転させすぎて、内部機構を破損しない。
	4．復旧作業	◎外したワイヤをプーリに取り付ける。	・プーリとワイヤの合マークが合っている。 ・実測値に合っている。 ・フロートが水平に浮かんでいる。

レベル

静電容量レベル計 ①

フィールド ラック パネル

発信部 電源装置 受信器 検出端

フィールド DCS

発信部 電源装置 I/Oカード オペレータステーション 検出端

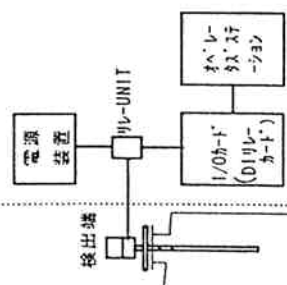
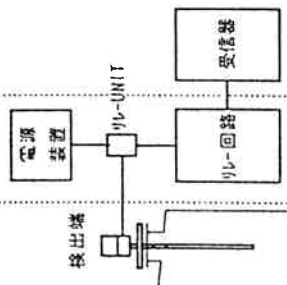
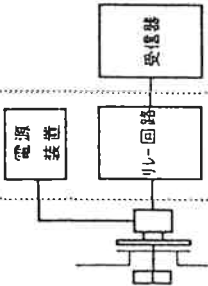
項目	手順	注意事項
1. 準備	◎発信部の端子部カバーを取り外す。 ◎計器電源 計器電源を投入し、端子台にて所定電圧があるかをテスタにて確認する。	
2. 外観チェック	◎サヤ管付のものについては、サヤ管の有無を確認する。 ◎損傷…本体の損傷の有無を確認する。	
3. 機能、性能、チェック	◎指示………発信部のゼロ点調整ネジを操作し、受信器の指示値が変化することを確認する。 ◎ゼロ点……液面が測定範囲以下であることを確認し、受信器の指示値がゼロになるよう発信部のゼロ点調整ネジを調整する。	・必要に応じ、現場から統一信号を入力してチェックする。 ・ディテック製の場合は、検出部端子（E1, E2）を短絡することにより、受信器の指示値が振り切れることを確認する。 ・界面計の場合は、実液でゼロ点調整を行う。
4. 復旧作業	◎現場から模擬入力を入れた場合、元の状態に戻す。	・端子箱蓋のOリングが付いていることを確認する。 ・配線の噛込みがないように注意する。

レベル	項目	手順	注意事項
静電容量レベル計 ② フィールド ラック パネル 検出端 / 電源装置 / リレ-UNIT / リレー回路 / 受信器	1. 準備	◎検出部の端子部カバーを取り外す。 ◎計器電源 計器電源を投入し、端子台にて所定電圧があるかをテスタにて確認する。	
	2. 外観チェック	◎サヤ管付のものについては、サヤ管を確認する。 ◎損傷…本体の損傷の有無を確認する。	
フィールド DCS 検出端 / 電源装置 / リレ-UNIT / I/Oカード (DIリレーカード) / オペレータズステーション	3. 機能性能チェック	◎動作……………検出部の感度調整ボリュームを操作し、受信器の表示と一致することを確認する。 ◎感度調整………大気の状態にて、高感度から低感度へ感度ボリュームを操作することにより下げて行き、受信器の表示が測定物なしの表示になるように感度ボリュームを調整する。	・最終的には、実液で感度調整を行うこと。
	4. 復旧作業	◎現場から模擬入力を入れた場合、元の状態に戻す。	・端子箱蓋のOリングが付いていることを確認する。 ・配線の噛込みがないように注意する。

レベル

超音波レベル計

フィールド　ラック　パネル

フィールド　DCS

項目	手順	注意事項
1. 準備	◎計器電源 計器電源を投入し、端子台にて所定電圧があるかをテスタにて確認する。 ◎計器内部パラメータの確認、設定 設計仕様書、取扱説明書に従って、所定のパラメータを確認し、設定する。	・取扱説明書を熟読し、設定が必要なパラメータは事前にリストアップしリスト化しておく方が良い。 ・リスト化または印字出力したパラメータはドキュメントとして保管する。
2. 外観チェック	◎損傷…本体の損傷の有無を確認する。	
3. 機能性能チェック	◎指示……インテンジェント型の場合は、発信部の前面ディスプレイにより模擬出力信号を発生させ、受信器の指示値が変化することを確認する。 ◎ゼロ点…液面が測定範囲以下であることを確認し、受信器の指示値がゼロになるよう発信部の前面ディスプレイを操作する。	・必要に応じ、現場から統一信号を入力してチェックする。
4. 復旧作業	◎現場より模擬入力を入れた場合は、元の状態に戻す。	・端子箱蓋のOリングが付いていることを確認する。 ・配線の噛込みがないよう注意する。 ・模擬出力信号発生時の定電流出力モードを必ず解除する。

レベル	項目	手順	注意事項
エアパージ・レベル計 フィールド ラック パネル エアパージ装置 ディストリビュータ 受信器 バブル管	1. 準備	◎パージ用計装供給空気の個別バルブを閉にする。	・エア漏れがないことを石鹸水で確認する。
	2. 外観チェック	◎発信器およびパージ管の損傷の有無を確認する。	
フィールド DCS エアパージ装置 I/Oカード 制御ステーション バブル管	3. 機能性能チェック	◎指示 ・発信器に入力装置（加圧器、ディジマノ）にて入力し、受信器の指示値を確認する。 ・ブロー装置があるときは、ブロー動作を確認する。	・ブロー用計装供給空気の容量を確認する。
	4. 復旧作業	◎取り外した継手、配管がある場合は元の状態に戻す。 ◎エア・パージ流量が規定量流れていることを確認する。	・取り外した継手、配管部分のエア漏れがないことを確認する。 ・実測できる場合は実測値に合わせる。

レベル	項目	手順	注意事項
投げ込みレベル計 フィールド　ラック　パネル ディストリビュータ　受信器　検出端	1. 準備	◎検出端を引き上げる。	・検出端に接続されているケーブルに負荷をかけすぎない。 ・取付位置が底盤でない場合は、取付長を記録し、印をつけておく。
	2. 外観チェック	◎発信器本体および端子台の腐食の有無を確認する。 ◎検出端のダイアフラムの損傷の有無を確認する。 ◎検出端までの中継ケーブルの損傷の有無を確認する。	
フィールド　DCS I/Oカード　オペレーターズステーション　検出端	3. 機能性能チェック	◎指示 ・検出端に入力装置（加圧器、ディジマノ）にて入力し、受信器の指示値を確認・記録する。	・エレベーション、またはサプレッションの有無を確認する。
	4. 復旧作業	◎検出端を元の位置に戻す。	・実測できる場合は実測値に合わせる。

レベル	項目	手順	注意事項
羽根車レベル・スイッチ フィールド ラック パネル 電源装置 / リレー回路 / 受信器	1. 準備	◎検出部の端子部カバーを取り外す。 ◎計器電源 計器電源を投入し、端子台にて所定電圧があるかをテスタにて確認する。	
	2. 外観チェック	◎損傷…本体の損傷の有無を確認する。	
フィールド DCS 電源装置 / I/Oカード(DIリレーカード) / オペレータズステーション	3. 機能性能チェック	◎動作…測定物が羽根車より離れた状態で電源を投入し、羽根車を回転させ、受信器表示と一致することを確認する。 検出部の端子台にて結線を開放あるいは短絡し、受信器表示の変化を確認する。 手で羽根車の回転操作ができる場合は、回転を手で止め受信器表示の変化を確認する。	
	4. 復旧作業	◎現場より模擬入力を入れた場合、元の状態に戻す。	・端子箱蓋のOリングが付いていることを確認する。 ・配線の噛込みがないように注意する。

レベル

電極レベル・スイッチ

フィールド　ラック　パネル

リレー回路　受信器

フィールド　DCS

I/Oカード（DIリレーカード）　オペレータズステーション

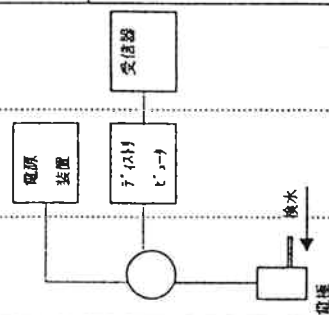
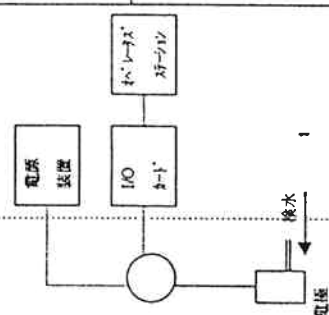
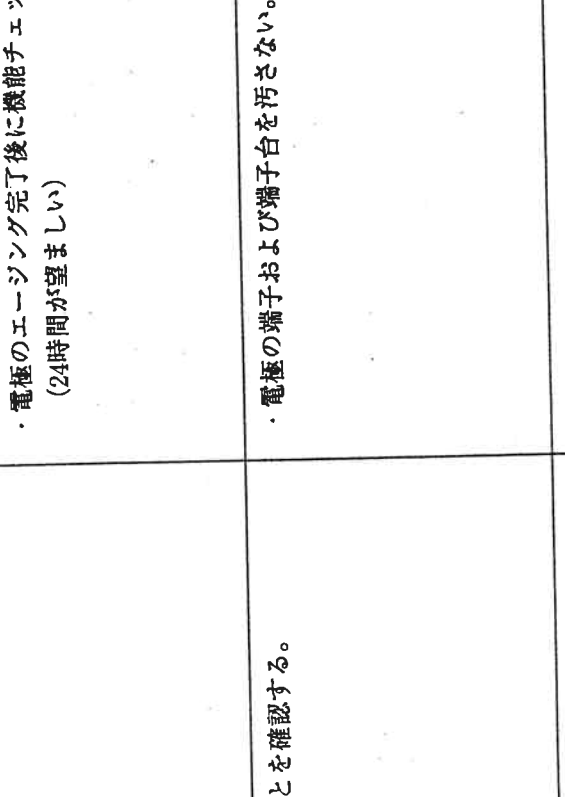
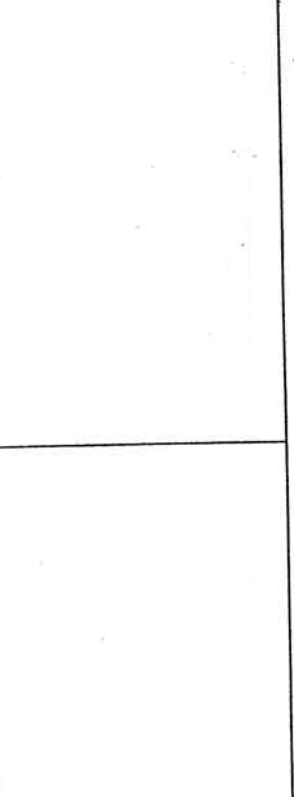
項目	手順	注意事項
1. 準備	◎検出部の端子部カバーを取り外す。	
2. 外観チェック	◎損傷…本体の損傷の有無を確認する。	
3. 機能性能チェック	◎動作…検出部の端子台にて結線を開放あるいは短絡し、受信計器表示と一致することを確認する。電極を操作できる場合は、コモン電極と各電極をジャンパ等で短絡することにより表示の変化を確認する。	
4. 復旧作業	◎現場より模擬入力を入れた場合、元の状態に戻す。	・端子箱蓋のOリングが付いていることを確認する。 ・配線の噛込みがないように注意する。

操作部	項目	手順	注意事項
調節弁 フィールド / ラック / パネル 受信器	1. 準備	◎計装供給空気…個別バルブを開にし、計器圧力を所定の値に設定する。 ◎ポジショナ……AUT/MAN切換SWをAUTの位置にする。	・エア・ブローが行われていることを確認する。 ・必要に応じ、関係課と打ち合わせを行い、調節弁の前後弁を閉止してもらう。
	2. 外観チェック	◎損傷………本体および信号空気配管の損傷の有無を確認する。 ◎エア漏れ…エア・モータ，空気配管等のエア漏れがないことを動作チェック時に確認する。 ◎クランプ止ボルト…ゆるんでいないことを確認する。	
フィールド / DCS I/Oカード オペレータズステーション	3. 機能性能チェック	◎動作…………調節計からMANモードにて0、50、100%出力信号を設定し、バルブ開度を確認する。スプリット・レンジの場合は、それぞれの調節弁に対し、0、50、100%のバルブ開度を確認する。 ◎開閉マーク…調節計の開閉マークがバルブの動作と一致することを確認する。	・全閉の確認は、弁開度を0%以下から0%に、また、100%以上から100%に変化させた時、弁指針が動かないことを確認する。 ・弁の動作スピードの確認が必要な場合は、ストップ・ウオッチにて測定し、記録する。 ・リミット・スイッチの動作点は、全閉10%以下、全開90%以上とする。
	4. 復旧作業	◎調節計の操作信号を元の状態に戻す。 ◎電磁弁のピン・ロックを確実に装着する。	・端子箱蓋のOリングが付いていることを確認する。 ・配線の噛込みがないように注意する。

操作部	項目	手順	注意事項
オンオフ弁 フィールド / ラック / パネル リレー回路(出力) 受信器 リレー回路(入力) 受信器	1. 準備	◎計装供給空気…個別バルブを開にし、計器圧力を所定の値に設定する。	・エア・ブローが行われていることを確認すること。 ・必要に応じ、関係課と打ち合わせを行い、オンオフ弁の前後弁を閉止してもらうこと。
	2. 外観チェック	◎損傷………本体および信号空気配管の損傷の有無を確認する。 ◎エア漏れ…空気配管等のエア漏れがないことを動作チェック時に確認する。	
フィールド / DCS I/Oカード(DOリレーカード) オペレータズステーション I/Oカード(DIリレーカード) オペレータズステーション	3. 機能性能チェック	◎動作 出力側…計器室より電磁弁をオンオフし、受信器と弁動作の開閉方向が一致することを確認する。 入力側…上記出力テストと同時に、リミット・スイッチの作動チェックを行い、弁動作の開閉方向と計器表示が一致することを確認する。 ◎現場テスト…フィールドにてエア切換弁を操作し、開閉方向を確認する。	・弁の動作スピードの確認が必要な場合は、ストップ・ウオッチにて測定し、記録する。 ・リミット・スイッチの動作点は、全閉10%以下、全開90%以上とする。
	4. 復旧作業	◎電磁弁の出力信号を元の状態に戻す。 ◎電磁弁のピン・ロックを確実に装着する。 ◎3方電磁弁は、遠隔操作状態にする。	

その他	項目	手順	注意事項
PH計 フィールド ラック パネル 電源装置 ディストリビュータ 受信器 検水 電極	1. 準備	◎検水をブロー後、測定槽に導入する。 ◎ガラス電極は検水にてエージングする。 ◎標準液、純水、ポリエチレン・ビーカ、洗浄ビン等を準備する。	・電極のエージング完了後に機能チェックを実施する。（24時間が望ましい） ・超音波洗浄器が取り付けられているものは、検水・通水後電源投入。
	2. 外観チェック	◎電極、測定槽に汚れが付着していないことを確認する。 ◎検出部、変換部に結露がないことを確認する。 ◎給排水が正常であることを確認する。	・電極の端子および端子台を汚さない。
フィールド DCS 電源装置 I/Oカード オペレータズステーション 検水 電極	3. 機能性能チェック	◎指示 標準液にてゼロ点、スパンを確認する。 受信器の指示値を確認・記録する。	・標準液のPH値は温度によって変化する。 ・古い標準液は使用しない。 ・電極を標準液に浸漬し指示が安定するまで約1分待つ。 ・標準液にてゼロ点、スパンを確認するときは電極を純水で洗浄する。 ・電極を素手でさわらない。
	4. 復旧作業	◎電極を純水で洗浄し、元の状態に戻す。 検水を規定量流す。	

その他	項目	手順	注意事項
濁度計 フィールド ラック パネル 電源装置 / ディストリビュータ / 受信器 / 検水 / 測定槽	1. 準備	◎検水をブロー後、測定槽に導入する。	・検水にエアの混入がない。
	2. 外観チェック	◎光学系に汚れ、水滴が付着していないことを確認する。 ◎給排水が正常であることを確認する。	・表面散乱光方式の場合は、測定槽水面が水平。
フィールド DCS 電源装置 / I/Oカード / オペレータスステーション / 検水 / 測定槽	3. 機能性能チェック	◎指示 ゼロ濁度水または、遮光にてゼロ点を確認する。 標準散乱板など計器付属の基準があればその値にスパン調整する。 受信器の指示値を確認・記録する。	・標準散乱板の表面は汚れていない。
	4. 復旧作業	◎標準散乱板などを取り外して、元の状態に戻す。 検水を規定量流す。	・表面散乱光方式の場合は、測定槽水面が波立っていない。

その他	項目	手順	注意事項
残留塩素計 フィールド ラック パネル 電源装置 ディストリビュータ 受信器 検水 電極	1. 準備	◎検水をブロー後、測定槽に導入する。 ◎電極は検水にてエージングする。 ◎動作試薬を使用する計器は、試薬が充填されている。	・電極のエージング完了後に機能チェックを実施する。 (24時間が望ましい)
	2. 外観チェック	◎電極、測定槽に汚れが付着していない。 ◎給排水が正常である。	・電極の端子および端子台を汚さない。
フィールド DCS 電源装置 I/Oカード オペレータズステーション 検水 電極	3. 機能性能チェック	◎指示 電極を大気中に出してゼロ点を確認する。 所定のスパン校正液または、比色法に合わせる。 受信器の指示値を確認・記録する。	・スパン校正液を調整する方法は取扱説明書を参照。 ・標準液を流し、指示が安定するまで待つ。 ・電極を素手でさわらない。
	4. 復旧作業	◎電極を純水で洗浄して、元の状態に戻す。 ◎検水を規定量流す。	・検水および試薬注入ポンプのエア抜きを確認する。

その他	項目	手順	注意事項
電気伝導率計 フィールド ラック パネル 電源装置 ディストリビュータ 受信器 検水 電極	1. 準備	◎検水をブロー後、測定槽に導入する。 ◎電極は検水にてエージングする。	・電極のエージング完了後に機能チェックを実施する。 (24時間が望ましい)
	2. 外観チェック	◎電極、測定槽に汚れが付着していないことを確認する。 ◎給排水が正常であることを確認する。	・電極の端子および端子台を汚さない。
フィールド DCS 電源装置 I/Oカード オペレータズステーション 検水 電極	3. 機能性能チェック	◎指示 電極を大気中に出してゼロ点を確認する。 スパン校正は通常の現場では実施しない。 受信器の指示値を確認・記録する。	・ゼロ点を調整するとき、電極の水滴を拭う。 ・電極を素手でさわらない。 ・市販されている校正液を使用する場合は、分析および化学知識のある人が実施する。
	4. 復旧作業	◎電極を元に戻す。 検水を規定量流す。	

その他	項目	手順	注意事項
ガス検知器 フィールド / ラック / パネル 受信器 フィールド / DCS	1. 準備	◎校正ガス…所定の校正用ガス（LELの1/2＝50%LEL付近の濃度）をガス・サンプリング・バック等に準備する。 ◎計器電源…計器電源を投入し、端子台にて所定電圧があるかをテスタにて確認する。 ◎計装供給空気…計装へ空気が必要な場合、個別バルブを開にし、計器圧力を所定の値に設定する。	・エア・ブローが行われていることを確認する。
	2. 外観チェック	◎損傷………検出部および導圧配管の損傷の有無を確認する。 ◎エア漏れ…継手部分からのエア漏れがないことをリーク液や石けん水で確認する。	・センサ部に水がかかていないかを確認する。
	3. 機能性能チェック	◎ゼロ点…検出部周辺にガスがない状態で、受信器のゼロ点調整ネジでゼロ点を校正する。 ◎指示……ガス・サンプリング・バックのガスをセンサへ送り、受信器の指示値が変化し、安定することを確認する。	・必要に応じ、現場より統一信号を入力してチェックする。
	4. 復旧作業	◎現場より模擬入力を入れた場合、元の状態に戻す。 ◎取り外したカバー等を元の状態に戻す。	・端子箱蓋のOリングがついていることを確認する。 ・配線の噛込みがないように注意する。

その他	項 目	手 順	注 意 事 項
ガス分析計 フィールド ラック パネル 電源装置 分析計 受信器	1. 準 備	◎スパン・ガス…所定のスパン・ガスを準備する。 ◎ゼロ・ガス……所定のゼロ・ガスを準備する。 ◎計器電源………計器電源を投入し、端子台にて所定電圧があるかをテスタにて確認する。 ◎計器内部パラメータの確認・設定…分析計のパラメータの設定を確認する。 ◎計装供給空気…計装供給空気が必要な場合、個別バルブを開にし、計器圧力を所定の値に設定する。	・取扱説明書を熟読し、設定が必要なパラメータは事前にリストアップし、リスト化しておく方が良い。リスト化または印字出力したパラメータ・リストはドキュメントとして保管する。 ・エア・ブローが行われていることを確認する。
	2. 外 観 チェック	◎施工状態の確認 サンプル・ライン，スパン・ゼロガス，排気ライン等が所定の取合口に接続されているかを確認する。 ◎損傷………分析計および導圧配管の損傷の有無を確認する。 ◎エア漏れ…継手部分からのエア漏れがないことをリーク液や石けん水で確認する。	
フィールド DCS 電源装置 分析計 I/Oカード オペレータズステーション	3. 機 能 性 能 チェック	◎ゼロ点…ゼロ・ガスを分析計本体へ送り、受信器の指示値がゼロになるように分析計本体の前面ディスプレイを操作する。 ◎指示……スパン・ガスを分析計本体へ送り、受信器の指示値がスパン・ガス値と一致することを確認する。インテリジェント型の場合は、分析計の前面ディスプレイにすることを確認する。	・必要に応じ、現場より統一信号を入力してチェックする。
	4. 復 旧 作 業	◎現場より模擬入力を入れた場合、元の状態に戻す。 ◎操作を行ったバルブ類を元の状態に戻す。 ◎取り外したカバー等を元の状態に戻す。	・端子箱蓋のOリングがついていることを確認する。 配線の噛込みがないように注意する。 模擬出力信号発生時の定電流出力モードを必ず解除する。

××××プラント

参考例

ループ・チェック・リスト

TAG No.	SERVICE	検出部		発信部							変換器			操作部												受信・調節部						判定（合否）
															OFF ストローク ON									ポジショナー		設定確認			動作			
		外観取付	種類	取付	種類	ゼロ点	設定（レンジ）	動作	ドレン・プラグ開	均圧弁開	ゼロ点	動作	種類	外観取付	0%以下	0%	25%	75%	100%	100%以上	ヒステリシス	MV ピンロック	リミット SW	種類	動作圧	レンジ	√／LIN	ACT. D/R	入力表示	出力表示	模擬入力解除	
TR-110	T-110 内温	●	●	●	●		0～100℃	●				●	●																			大気温OK
TR-100	R-100 内温	●	●	●	●		0～100℃	●				●	●																			大気温OK
TIC-111	E-110 出口	●	●	●	●		0～100℃	●				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●R	●	●		大気温OK
PIC-110	R-200 圧力	●	●	●	●	●	0~1MPA	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●R	●	●		
FIC-310	R-201 フィード			●	●	●	0~30NM3/H	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●D	●	●		
FI-322	シール用N 2			●	●	●	0~5NM3/H	●			●	●	●																			
LA-200	T-200 液面	●	●	●	●	●	0~100%	●	●		●	●	●																			
LIA-201	N-201 液面	○	○	○	○	○	0~100%	○	○		○	○	○																			
PHRA-301	N-301 PH	●	●	●	●	●	4~14PH	●			●	●	●																			
SQV-101-1	T-101 入													●		●			●			●	●									
SQV-101-2	T-101 抜出													●		●			●			●	●									

備考

（使用方法）
ループ・チェック前にチェック項目に○印で記入し、実施、確認した時点で●印のように塗りつぶす。
この例では LIA-201 のループ・チェックは未実施である。

承認	照査	作成		承認	照査	作成

日付

プラント名＿＿＿＿＿＿

ループ・チェック・リスト

TAG No.	SERVICE	検出部		受信器						変換器			操作部												受信・調節部						判定（合否）
														OFF ストローク ON						ヒステリシス	MVピンロック	リミットSW	ポジショナー		設定確認			動作		模擬入力解除	
		外観取付	種類	取付	種類	ゼロ点	設定（レンジ）	動作	ドレンプラグ閉	均圧弁開	ゼロ点	動作	種類	外観取付	0%以下	0%	25%	75%	100%	100%以上				種類	動作圧	レンジ	√／LIN	ACT. D/R	入力表示	出力表示	

備考	承認	照査	作成		承認	照査	作成
日付							

第２章

トラブルシューティング事例

2. トラブルシューティング

トラブルシューティングとは、JIS工業用語大辞典（JISB0141）によると、「ロボット・システムにおいて意図したように作業が行われないか、また機能しなかった原因を系統的にみつけだす行為。」とある。

すなわち、プロセス・プラントならびに装置類においては、運転の安定性、安全性、そして目標製品の確保のために計測、制御用として、種々のセンサ類（エレメント類）や操作部が装備されている。これらの計測・制御のために装備される計器類やバルブ類は近年、技術力ならびに製造技術、品質の管理等の向上により、性能はさることながら機能アップも加わり高精度な製品が出てきている。

そして、メンテナンス・フリーとまでいわれる計器類も多く商品化されてきている。

しかし、これらの計器類もプロセス条件や使用環境に合わないために、その機能を失い、トラブルを起こすことが多い。その原因は次のように大きく区分できる。

① 設計ミス（プロセス仕様の確認、計器の選定）によるもの。
② 工事施工ミス（取付、据付等）によるもの。
③ 保守、保全の不備（保守、点検に使用する測定器具の取扱）によるもの。
④ 製作ミス（工場での組立等）によるもの。
⑤ 輸送中による振動や衝撃によるもの。

本マニュアルでは、これらの原因の中で、日常保全や定修、改造等のメンテナンス業務を進めて行く中で発生するトラブルや、プロセス上から発生するトラブルを中心に実例をあげ、その中から発生原因を系統的にみつけだすトラブルシューティングの一助としたい。

なお、トラブルシューティングの進め方には、表方式と、フローチャート方式があり、ここでは、両方のケースを紹介する。

2.1トラブルシューティングの進め方（基本）

異常現象	チェック・ポイント
①出力信号が出ない （出力信号が0である） （測定値が出ない）	・供給電源が入っているか。 ・供給空気源の元弁は開いているか。 ・電圧に異常はないか。 ・供給圧に異常はないか。 ・ヒューズが切れていないか。 ・変換器内コネクタが外れていないか。 ・ケーブルの断線はないか。 ・電源の極性、負荷抵抗に問題はないか。
②出力信号が不安定である （測定値が安定しない）	・外部、内部より雑音が入っていないか。 ・接地が正しく取られているか。 ・測定流体に気泡の混入がないか。 ・測定流体の導電率に不均一がないか。 ・センサ、エレメントの付着物による影響はないか。 ・ライニング内面に付着物などによる異常はないか。 ・配管、機械物の振動を受けていないか。
③出力信号が振り切れている （出力信号が20mAを超えている） （出力信号が4mAより低い）	・ゼロ・スパン（リニアリティ）は正しく調整・設定されているか。 ・電源電圧・負荷抵抗は適切か。 ・発信器の外部接続端子部の電圧は適切か。 ・周囲温度変化が大きくないか。 ・測定流体圧が正しく発信器に導入されているか。
④出力信号が逆振れする	・取付方向が逆になっていないか。 ・測定流体が逆流していないか。 ・信号配線の極性が正しいか。
⑤出力信号が変化しない	・測定流体圧が正しく発信器に導入されているか。 ・電源電圧・負荷抵抗は適切か。 ・ゼロ・スパン（リニアリティ）が正しく調整・設定されているか。 ・発信器と端子箱部との配線・接続は正しいか。
⑥出力信号の誤差が大きい （測定値誤差がある）	・ゼロ・スパン（リニアリティ）が正しく調整・設定されているか。 ・測定流体の導電率が不均一ではないか。 ・感度調整が合っているか。 ・測定流体が正確であるか。（計器選定時と実流プロセス条件に変わりはないか。） ・配管接続部やバルブからの漏れがないか。

以上、計器の出力異常を見かけの現象として分類した。出力異常現象が発生した場合は、この分類のいずれかに該当するはずと考えられる。

次に、温度、圧力、流量、レベルの各計器ごとのトラブルシューティング事例を紹介する。

2.2 トラブルシューティングの実例紹介

2.2.1 温度

（熱電温度計、抵抗温度計）

現　象	チェック・ポイント	処　置
①出力信号が出ない（測定値）	・エレメントが断線していないか。	・エレメントを取り外し、新品と交換する。
	・温度計ウェルがカルマン渦により破損してないか。	・カルマン渦発生計算を行い、ウェル寸法を変える。
	・ループ回路（本安回路）上に異常が出ていないか。	・電源回路とバリア回路を確認する。
②出力信号が不安定である	・測定流体に対して向流方向についているか。	・取付位置を向流部に移す。
	・測定部分が、十分に接液しているか。	・接液するためにエレメントを長くする。
	・非接地形になっているか。	・非接地形に交換する。
	・エレメント先端に不良発生がないか。	・ウェルから外して新しいものと交換する。
	・プロセス流体条件に対するエレメントの選定ミスはないか。	・プロセス条件を確認して、正しいエレメントに交換する。
	・瞬間的、また定期的に信号がゆれることはないか。	・外部からのノイズの影響を防ぐため分離またはシールドする。
③測定誤差が大きい	・プロセス条件が変わってないか。	・運転条件を再確認する。変更があれば測定条件を変える。
	・変換器の精度が正しい値を示すか。	・単体テストを行い変更する。
	・外部からのノイズの影響を受けていないか。	・今までのデータを確認し、どこから入っているか見極める。 ・分離またはシールドをする。
	・エレメントの選定ミスはないか。	・JISの新JIS、旧JISかを確認する。

2.2.2 圧力

(ブルドン管、ダイヤフラム、ベローズ)

現　象	チェック・ポイント	処　置
① 出力信号が出ない(測定値)	・電源の極性が違っていないか。	・配線を直す。
	・電源電圧・負荷抵抗は適切か。	・適切な値になるように直す。電源装置を交換する。
	・導圧配管内に詰まりがないか。	・ドレン・ラインまたは、計器元ドレン・プラグで確認する。
	・測定流体がエレメントに詰まったり、付着はないか。	・取り外して洗浄する。
	・計器内部の増幅部に異常はないか。	・増幅部を交換する。
② 出力信号が不安定である	・測定流体の圧力が安定しているか。	・安定していることを確認する。
	・測定エレメントに異常がないか。(曲がり、穴があき変形している)	・予備計器に交換する。
	・測定流体がエレメントに詰まったり、付着していないか。	・取り外して、洗浄する。
	・プロセス流体条件に対するエレメントの選定ミスはないか。	・プロセス条件を確認して、条件に合った計器に交換する。
	・システム・アースが正しく取られているか。	・アース線またはアースを取り直す。
	・圧力取出バルブに不良部分はないか。	・元弁を交換または補修する。
	・導圧配管に漏れがないか、詰まりがないか。	・ドレン・ラインまたは計器元ドレン・プラグで確認する。
③ 測定値が振り切れている(20mAを超えている)	・圧力漏れが発生していないか。	・接続部の締付け等により漏れを止める。
	・電源電圧・負荷抵抗は適切か。	・適切な値になるように直す。電源装置を交換する。
	・発信器の外部接続端子部の電圧は適切か。	・配線系統の絶縁不良個所を直す。
	・周囲温度変化の影響を受けていないか。	・直射日光や熱源から守るための処置をする。

	・ゼロ・スパン（リニアリティ）調整は適切か。	・再調整で確認する。
	・計器内部の増幅部に異常はないか。	・増幅部を交換する。
④測定誤差が大きい	・圧力漏れが発生していないか。	・接続部の締付け等により漏れを止める。
	・変換器の精度が正しい値を示すか。	・規定された測定器によりチェックを行い、悪い場合は交換する。
	・外部からのノイズ影響を受けていないか。	・今までのデータを確認し、どこから入っているかを見極める。分離またはシールドをする。
	・周囲温度変化の影響を受けていないか。	・直射日光や熱源から守るための処置をする。
	・ゼロ・スパン（リニアリティ）調整は適切か。	・再調整で確認する。
	・計器内部の増幅部異常はないか。	・増幅部を交換する。

2.2.3 流量

流量計測の場合は、センサの種類が多いため、一般的に多く使用されている差圧、面積、容積、タービン、渦、電磁、コリオリの流量計に絞った。

(1)差圧流量計

差圧式流量計には、電子式と、空気式がある。ここでは現在、将来のことをベースに電子式差圧流量計に絞った。

現　象	チェック・ポイント	処　置
① 出力信号が出ない（出力信号が0mAである）	・三岐弁（マニホールド・バルブ）の開閉状態は正しく行われているか。	・三岐弁を正しい状態にする。
	・導圧配管や計器元接続部分からの圧力漏れはないか。	・圧力漏れを修理する。
	・導圧配管は正しいか。	・正しく配管を直す。
	・導圧配管内に詰まりはないか。	・ドレン・バルブや計器元プラグで確認する。あれば除去する。
	・電源の極性が違っていないか。	・配線を直す。
	・電源電圧・負荷抵抗が適切か。	・適切な値になるように直す。
	・外部接続端子部の電圧は適	・配線系統の絶縁不良個所を

	切か。	直す。
	・計器内部の増幅部に異常はないか。	・増幅部を交換する。
② 出力信号が振り切れている（20mAを超えている）	・三岐弁（マニホールド・バルブ）の開閉状態は正しく行われているか。	・三岐弁を正しい状態にする。
	・導圧配管や計器元接続部分からの圧力漏れはないか。	・圧力漏れを修理する。
	・導圧配管は正しいか。	・正しく配管を直す。
	・導圧配管内に詰まりはないか。	・ドレン・バルブや計器元プラグで確認する。詰まっていれば除去する。
	・電源電圧・負荷抵抗が適切か。	・適切な値になるように直す。電源装置を交換する。
	・発信器の外部接続端子部の電圧は適切か。	・配線系統の絶縁不良個所を直す。
	・ゼロ・スパン点が正しく調整されているか。	・再調整する。
	・計器内部の増幅部に異常はないか。	・増幅部を交換する。
③ 出力信号が不安定である	・三岐弁（マニホールド・バルブ）の開閉状態は正しく行われているか。	・三岐弁を正しい状態にする。
	・導圧配管や計器元接続部分からの圧力漏れはないか。	・圧力漏れを修理する。
	・導圧配管は正しいか。	・正しく配管を直す。
	・導圧配管内に詰まりはないか。	・ドレン・バルブや計器元プラグで確認し、あれば洗浄する。
	・液体ラインにガスの混入、ガスラインに液体の混入はないか。	・ガス抜き、ドレン抜きを行う。
	・液体密度の変化はないか。	・密度補正を行う。
	・測定流体に脈動はないか。	・ダンピング調整、または脈動吸収策を施す。
	・電源電圧・負荷抵抗が適切か。	・適切な値になるように直す。
	・接地は正しいか。	・正しく接地する。
	・外部からのノイズの影響を受けていないか。	・ノイズ源を取り除くか、遠ざける。
	・周囲温度変化の影響を受けていないか。	・温度変化が小さくなるように策を施す。
	・外部から振動の影響を受けていないか。	・サポートを取るか、取付位置をずらす。

	・ゼロ・スパン(リニアリティ)調整は適切か。	・再調整する。 ・導圧配管を正しく直す。
④出力信号の誤差が大きい (出力信号誤差)	・導圧配管の接続方法が正しく行われているか。	・計器選定時と運転条件を確認する。
	・プロセス条件が変わつていないか。	・密度を修正し、再調整する。
	・流体の密度が設計条件と異なっていないか。	・温度変化が小さくなるように策を施す。(保温、保冷)
	・周囲温度変化の影響を受けていないか。	・再調整する。
	・ゼロ・スパンが正しく調整されているか。	・増幅部を交換する。
	・計器内部の増幅部に異常はないか。	

(2)面積流量計

面積流量計は、透明テーパ管形と金属テーパ管形を紹介する。

[透明(ガラス管)テーパ管形]

状　態	チェック・ポイント	処　置
①流量が変化してもフロートが円滑に動かない	・フロートとフロート・ガイド軸とが機械的にせっていないか。	・分解後、ガイド軸の曲がりをチェックし、曲がりを修正。フロートまたはガイド軸が腐食している場合は交換する。 ・フロートのガイド用孔部に流体や微細な混入物が固着していれば洗浄する。
	・フロートが傾いていないか。	・流量計が鉛直に据付けられているかをチェックし、据付を修正。フロートが腐食等により、減量や膨潤し、自立性を失った場合はフロートを交換する。
	・フロートがテーパ管内壁に接触あるいは付着していないか。	・計器が鉛直に取り付けられていない(傾いている)。配管を修正して鉛直にする。流体が気体の時、流体中のミストや鉄分がフロートやテーパ管に付着してフロートの円滑な作動を妨げている場合はミストや鉄粉を除去する

②漏れおよび破損	・配管との接続部からの漏れはないか。	・ボルトのゆるみ、片締めを直す。ガスケットの腐食、性能低下、変形の場合は交換する。
	・テーパ管と本体部との接続パッキンの腐食・変形はないか。	・新品と交換する。テフロン系のパッキンは弾力性が少ないため、保守上増締めが必要。
	・フロートの急激な上下運動によるテーパ管の接触破損はないか。	・急激な流量変動によりフロートがテーパ管にぶつかるのを防ぐため、フロートガイド付に改造する。

[金属テーパ管形]

現　　象	チェック・ポイント	処　　置
①出力信号が出ない	・指示部ケース内発信器への伝達リンクが外れていないか。	・伝達リンクを確実に接続する。 ・リンクなどの折損や曲がりの場合は新品に交換する。
	・発信器の回転軸などを手で回しても信号が変化しないか。	・発信器不良のため新品に交換する。 ・設置環境により、放射熱で限界温度により破損する。保護対策が必要。
	・電源は入っているか。	・確認する。
	・端子部のコードの外れはないか。	・確実に接続する。
② 出力信号が不安定である	・水分、油分が溜まっていないか。	・分解し、内部の洗浄をする。
	・発信部の伝達機構が振動により摩耗していないか。	・摩耗部品を交換する。 ・配管よりの振動による場合は振動を制御する方法を考える。
	・電気配線の端子部の接触不良はないか。	・圧着端子などによる確実な方法で接続する。
	・接地が正しく取られているか。	・正しく接地する。
③ 出力信号の誤差が大きい（測定値誤差がある）	・フロートの腐食により、重量・体積・最大径ツバ部エッジなどに変化はないか。	・新しい、より耐食性のあるフロートに交換。改良フロートの重量・比重量が前と変わった場合は、流量目盛

		りの再校正が必要。とくにフロートエッジ部の摩耗は流出係数が変化し、精度に敏感に影響するため、変形の場合は新品と交換する。
	・テーパ管内径の寸法変化や変形が発生してないか。	・腐食・変形などの場合は新品と交換する。 ・テーパ管内面の流体付着、水垢などの付着物を分解、内部洗浄する。
	・流体がフロート、テーパ管に付着してないか。	・フロートの洗浄、テーパ管内面の洗浄する。
	・流体の物性変化はないか。	・設計時の密度、粘度等のプロセス条件や運転条件を見直す。または変化条件に合わせた流量換算表などを作成して補正する。
	・流体の脈動・気体の急激な圧力変化はないか。	・脈動や急激な圧力変化が起きないように、配管に整流管や緩衝装置を設置する。
	・ゼロ・スパンが正しく調整されているか。	・再調整する。

(3)容積流量計

現　　象	チェック・ポイント	処　　置
①流量が出ない	・配管および流量計の圧力損失に対し、設計通りポンプ吐出圧力が出ているか。	・プロセス上の粘度、温度に問題がないことの確認ならびに配管ラインの圧力損失を確認する。
	・ストレーナの目詰まりによる圧力損失が発生していないか。	・ストレーナ網を洗浄する。
	・ごみの噛込みによる回転子の回転トルクが増大していないか。	・網メッシュを確認する。
②過大流量の発生	・流量計のサイズ選定にミスはないか。	・使用される最大流量はカタログ値の70%流量程度となるように型式を選定する。
	・配管バルブの急開時に配管内に圧縮された空気が膨張し、回転子がカラ回転していないか。	・配管内に溜まった空気を抜き取り、空気によるカラ運転をさける。 ・受入、出荷で常時空気が混入するときは気体分離器

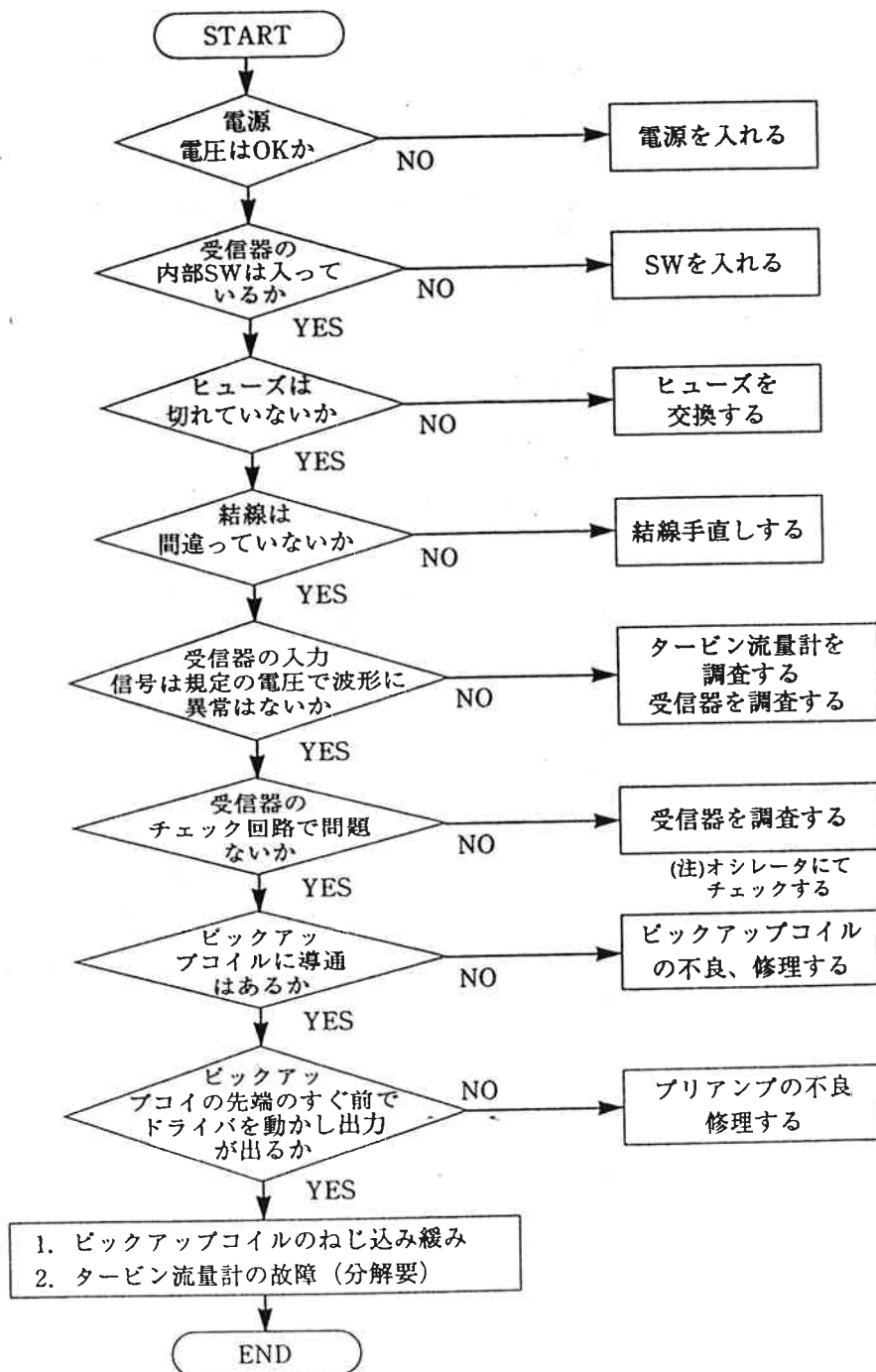
		(エア・セパレータ)を設置する。
③出力信号の誤差が出る	・液中に空気またはベーパが混入していないか。	・気体分離器の設置ライン圧力を維持してベーパの発生を防ぐ。
	・配管中に空気溜まりができていないか。	・配管の立ち上がり部分には空気抜きを設ける。
④液流体の逆流によるミスパルスが出る	・レシプロ・コンプレッサなどの逆止弁(チャッキ弁)の不完全作動によるミス・パルスが出ていないか。	・逆止弁を確認する。 ・アキユームレータを設置し脈流を除去する。
⑤磁気ノイズによるミスパルスが出る	・選定された流量計が磁気検出をする構造となっていないか。または流量計設置周囲に高磁界を発生するものがないか。	・流量計の取付場所を変更する。 ・磁気の影響を受けないように遮へいする。

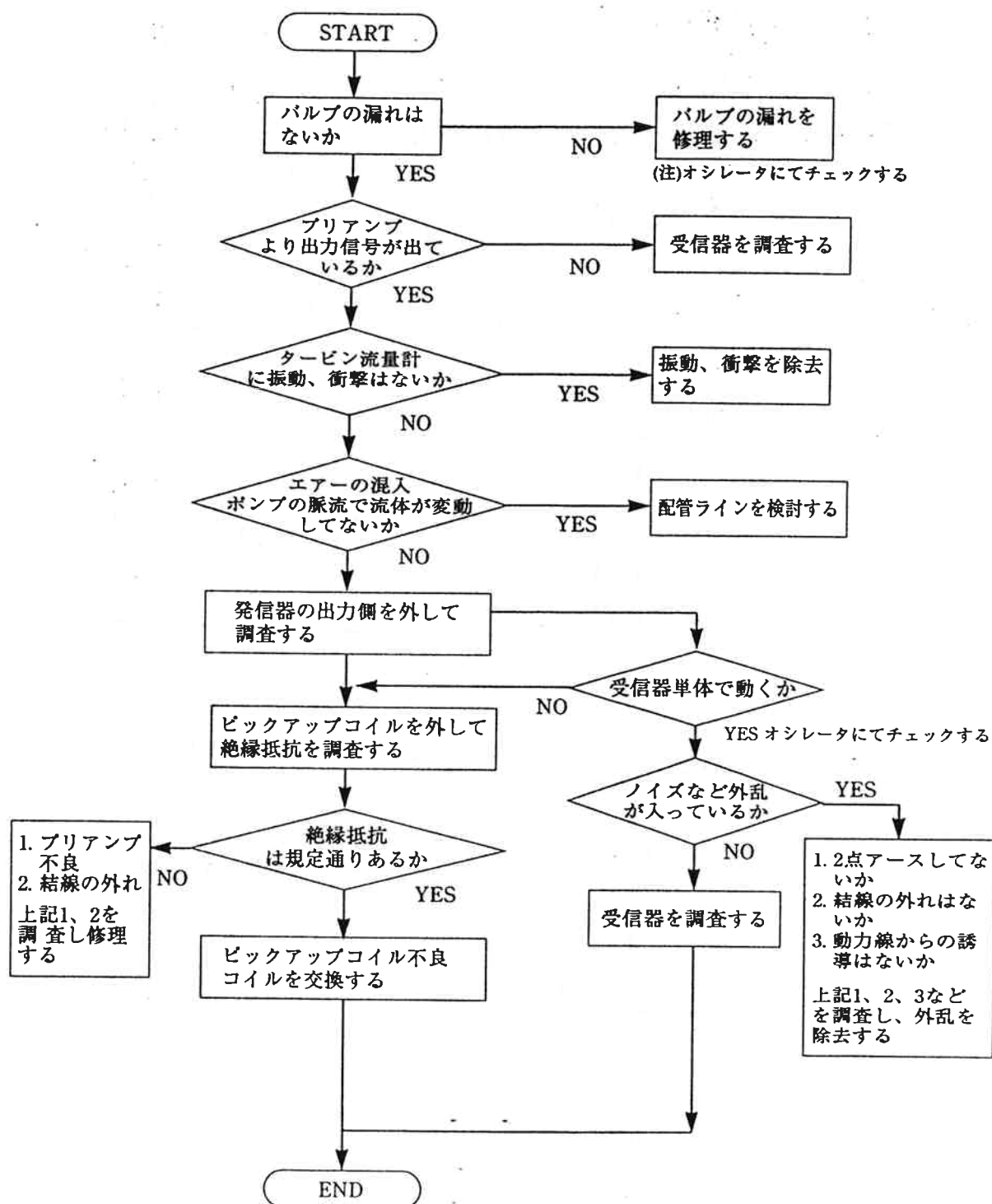
(4) タービン流量計

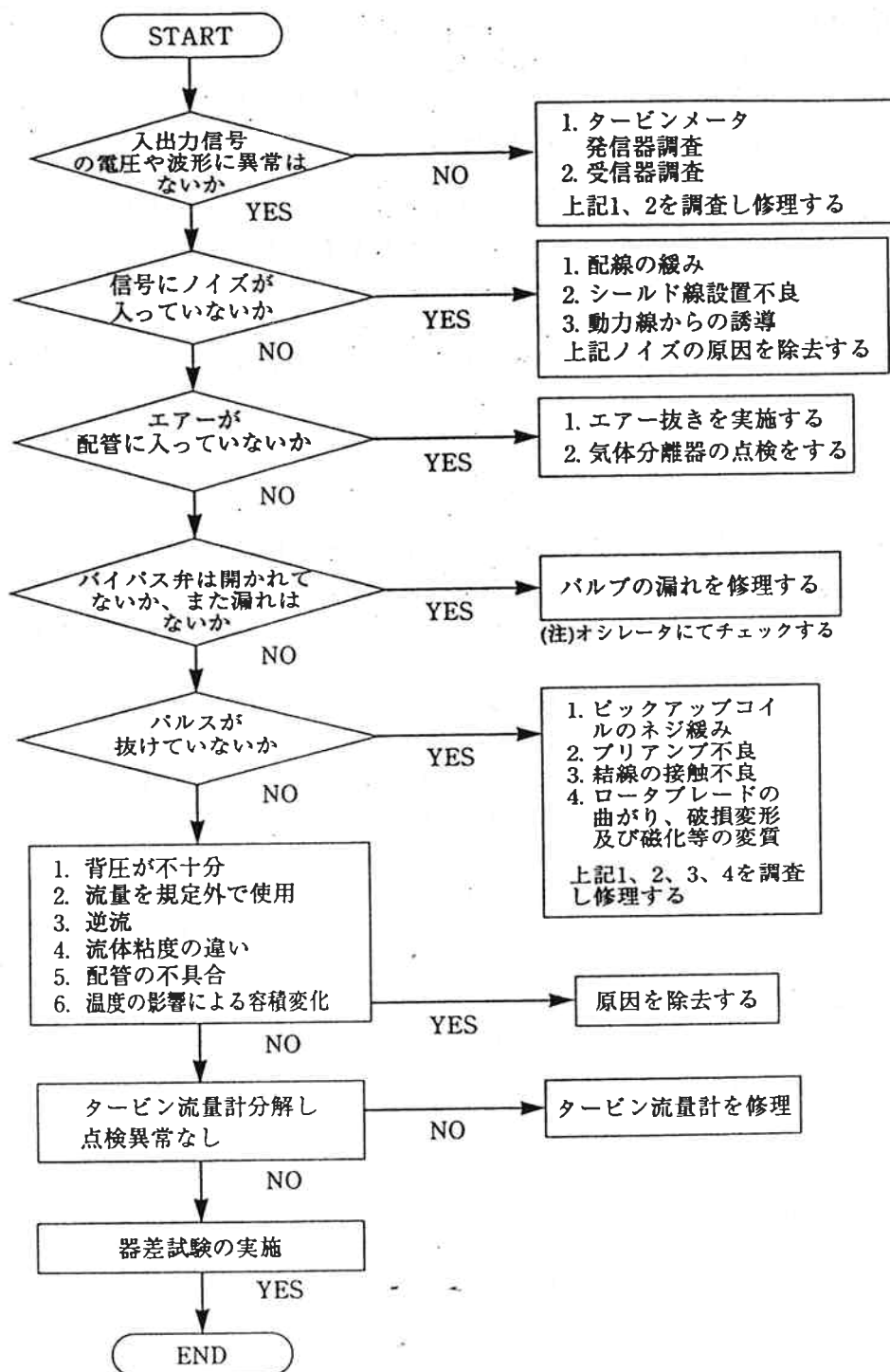
ここに新人や新しくメンテナンスに携わる初心者のためにフローチャート方式によるトラブルシューティングの3事例を示す。

流量計が異常現象を示した場合、流量計側か受信器側に原因があるのかを早く見分けることが大切である。

① 積算計が作動しない現象の場合

使用当初または運転時において、積算計が動かない場合は、積算計の内部および外部に原因がある。

② 流体が流れていないのに積算計が動く場合

運転していないか、または配管内に流体が流れていないのに積算計が動く。

③ 積算計（値）と配管を流れる量と合わない場合

通過流量に対して、積算量が合わない。

(5) 渦流量計

渦流量計の典型的なトラブル例を紹介する。

現象	チェック・ポイント	処置
① 出力信号が不安定である（出力不良）	・ルーツ・ブロアやレシプロ・ポンプ等の大きな圧力脈動を発生するラインに設置され、圧力脈動を検出していないか。	・測定ラインに圧力制御用オリフィス・プレート、ボリューム・チャンバ、パルセーション・スナッパなどを挿入して脈動圧力を減衰させる。
	・下流側の弁を締めてもポンプなどの圧力脈動により信号が出ていないか。	・上に同じ処置。
	・配管の振動を渦検出センサが検出して、出力不良になっていないか。	・配管のサポートを増設することにより強制的に振動を下げる。
	・出力信号発信部の増幅部調整は正しいか。	・マニュアルにより再調整を行う。
② 出力信号の誤差が大きい（測定値）	・渦流量計の取付配管の上流、下流側配管に正規の直管長はあるか。	・JIS Z 8766:89（渦流量計による流量測定方法またはメーカの推奨する必要直管長を確認する。
	・配管取付時の偏芯または、パッキン等による配管内部へのはみ出しはないか。	・偏芯がないように設置する。 ・配管内径よりも充分大きい内径のパッキンを使用する。
	・渦発生体の損傷または付着物による汚れはないか。	・ストレーナの設置を考える。
	・渦センサ部に汚れはないか。	・定期点検を実施し、必要に応じて清掃する。

(6) 電磁流量計

電磁流量計は一般的に故障の少ない計器であるが、使い方によっては故障が起こりやすいので注意が必要である。

現象	チェック・ポイント	処置
①出力信号が出ない	・検出器の流れ方向と配管の流れ方向が合っているか。	・検出器と配管の流れ方向を一致させる。
	・配管内に液体が充満しているか。	・配管内に液が充満するように配管を変更する。または取付位置を変更する。
	・検出器の信号端子やアースは正しく配線されているか。	・正しく直す。

②出力信号が不安定である（零点）	・検出器の内部に異物や付着物はないか。	・取り除いて洗浄する。
	・配管内に液体が充満しているか。	・配管内を液で完全に充満させる。
	・液体に気泡が混ざっていないか。	・上流側に脱泡装置を取り付ける。 ・空気が混入しないようにバルブ類の増締めをする。
	・検出器の接地は完全であるか。	・D種接地（100Ω以下）を完全に行う。
	・液の導電率に変動はないか。	・導電率はできるだけ変動しないようにする。 ・5μs/cm以下の場合は使用しない。 ・導電率の下限付近ではできるだけ流速を下げる。
	・沈殿物ができやすい流体ではないか。	・電極部分の汚れ、スケール等を取り除く。
	・外部からのノイズの影響を受けていないか。	・十分にシールドするか、ノイズ源から遠ざける。
③出力信号に誤差がある（実流と指示が合わない）	・配管内に液体が充満しているか。	・配管内が液で完全に充満する場所に検出器の取付位置、または管路を変更する。 ・取付けを垂直にする。
	・液体中に気泡が含まれていないか。	・上流側に脱泡装置を取り付ける。
	・ゼロ調は完全か。	・配管内に液を完全に充満させ、液を完全に静止させた状態でゼロ調を行う。
	・接地は完全であるか。	・D種接地を完全に行う。
	・信号ケーブルの端末処理は完全か。	・信号ケーブルの芯線内側および外側シールドは相互にまたケースと接触したりしないようにする。
	・導電率とケーブル長の関係は制限範囲内であるか。	・制限範囲内にする。
	・測定流体は沈殿物ができ易くないか。	・スケール落しをする。とくに電極および付近はきれいにする。
	・検出器の上流側直前に弁がついていないか。	・弁を下流側に移す。 ・上流側の場合は10D以上離すか、弁を全開状態で使用する。

	・変換器のスパン設定は正しいか。	・正しいスパン設定を行う。

(7)コリオリ流量計

現　　象	チェック・ポイント	処　　置
① 出力信号が出ない (測定値)	・発信器の外部接続端子部の電圧は適切か。	・配線系統の絶縁不良個所を直す。
	・フューズが断線していないか。	・端子ボックスのフューズを確認、予備と交換する。
② 出力信号が出ないが、計測チューブは振動している	・発信器への供給電源電圧が低くないか。	・規定値の電源電圧を供給する。
	・表示部の接続が完全にされているか。	・表示部の接続ケーブルを確認する。
	・表示部の故障はないか。	・表示部を交換する。
	・コム・モジュールの故障はないか。	・コム・モジュールを確認し、必要ならば交換する。
③出力信号が不安定である	・液体の中に気泡またはガスが混入していないか。	・加振電流の変動または、振幅の変化を判断し、ライン圧力を高くする。 ・プロセス条件を確認する。
	・呼び径が大きすぎたり、高粘度流体になっていないか。	・プロセス条件に適さない可能性もあるので、口径、粘度を確認する。
	・ゼロ点校正が正しく調整設定されているか。	・ゼロ点調整を行い、ゼロ点値が安定していることを確認する。
	・測定流体の流速が早すぎないか。	・流速を下げる。
	・外部からのノイズの影響を受けいてないか。	・シールド・ケーブル等を完全に接地し、電磁干渉を受けないようにする。
	・配管のバルブが適切に開閉されているか。	・バルブが正しく開閉されていることを確認する。
	・バルブなどが漏れていないか。	・ゼロ点校正の場合は、流体が完全に静止していることも確認する。
	・配管中に固形物などの付着物がないか。	・流速を早くして、付着物を除去する。 ・流体に研磨性がないかを確認する。

④出力信号に誤差がある	・測定液の密度と設計時の密度とに差がないか。	・密度差が0.1g/ccならば影響はないが、これ以上の場合はゼロ点調整をする。
	・計測チューブ配管が研磨されたり、腐食をしていないか。	・流体速度が高すぎないかを確認する。 ・計測チューブの材質が適切かを確認する。 ・センサを交換する。
	・液体の温度変化が大きくないか。	・測定時の温度条件でゼロ点を合わせる。また運転中に計量温度が±11℃以上異なる場合は、再度ゼロ点を調整する。
	・配管からの振動や配管からの機械的ストレス変化はないか。	・配管との接続部に振動やストレスが入らないように対策する。
	・コリオリ流量計の相互干渉は受けていないか。	・コリオリ流量計を複数台同一配管サポート上に設置すると共振するので対策する。

2.2.4 レベル

(レベル計測の場合も、新しいセンサの開発も進み種類も多くなったが、ここでは一般的に多く使用されている差圧、ディスプレーサ、静電容量、フロート、超音波のレベル計に絞った。)

(1) 差圧レベル計

差圧レベル計は、差圧流量計と同じ原理である。

現　　象	チェック・ポイント	処　　置
①出力信号が出ない (出力信号が0mAである)	・電源の極性が違っていないか。	・配線を直す。
	・電源電圧・負荷抵抗は適切か。	・適切な値になるように直す。
	・外部接続端子部の電圧が違っていないか。	・配線系統の絶縁不良個所を直す。
	・計器内部の増幅部に異常はないか。	・増幅部を交換する。
②出力信号が振り切れている (20mAを越えている)	・圧力取出バルブの開閉は正しく行われているか。	・正しい開閉状態にする。
	・導圧配管や計器元接続部分からの圧力洩れはないか。	・圧力漏れを修理する。
	・計器への高圧側と低圧側導	・正しく配管を直す。

	圧配管は正しいか。	
	・導圧配管内に詰まりはないか。	・ドレンバルブや計器元プラグで確認する。あれば除去する。
	・サプレション機構は正しく設定されているか。	・正しく設定する。
	・電源電圧・負荷抵抗は適切か。	・適切な値になるように直す。
	・発信器の外部接続端子部の電圧は適切か。	・配線系統の絶縁不良個所を直す。
	・ゼロ・スパン点が正しく調整されているか。	・再調整する。
	・計器内部の増幅部に異常はないか。	・増幅部を交換する。
③出力信号が不安定である	・圧力取出バルブの開閉は正しく行われているか。	・適切な開閉状態にする。
	・導圧配管や計器元接続部からの圧力漏れはないか。	・圧力漏れを修理する。
	・導圧配管内に詰まりはないか。	・ドレン・バルブや計器元プラグで確認する。あれば除去する。
	・液体ラインにガスの混入、ガス・ラインに液体の混入はないか。	・ガス抜き、ドレン抜きを行う。
	・液体密度の変化はないか。	・密度補正を行う。
	・電源電圧・負荷抵抗は適切か。	・適切な値になるように直す。
	・接地は正しいか。	・正しい接地にする。
	・外部からのノイズの影響を受けていないか。	・ノイズ源を取り除くか、影響を受けない対策をする。
	・周囲温度変化の影響を受けていないか。	・温度変化を小さくなるように策を施す。
	・ゼロ・スパン(リニアリティ)調整は適切か。	・再調整する。
④出力信号の誤差が大きい	・導圧配管の接続方法が正しく行われているか	・導圧配管を正しく直す。
	・測定液体が正確であるか。	・計器選定時と運転条件を確認する。
	・周囲温度変化の影響を受けていないか。	・温度変化を小さくなるように策を施す。
	・サプレション機構は正しく	・正しく設定する。

設定されているか。

・ゼロ・スパンが狂っていないか。	・再調整する。
・計器内部の増幅部に異常はないか。	・増幅部を交換する。

(2) ディスプレーサ・レベル計

ディスプレーサ・レベル計には、チャンバ型、トップ・ベッセル型、そしてサイド・フランジ型の3タイプがある。

チャンバ型とは、タンクや容器の側面に垂直に取り付ける。(傾き角度は0.5度以内)…図1

トップ・ベッセル型とは、タンクや容器の上部にチャンバと組み合わせる場合や、直接ディスプレーサを取り付ける。…図2

サイト・フランジ型とは、タンクや容器の側面にフランジを設置し、このフランジに取り付ける。…図3

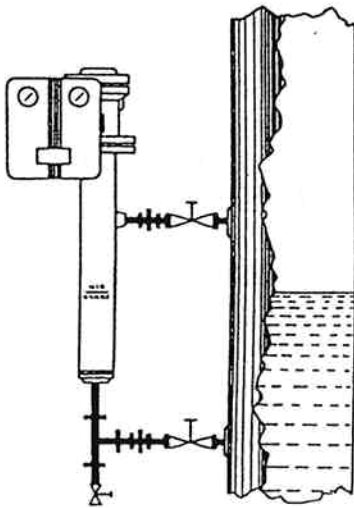
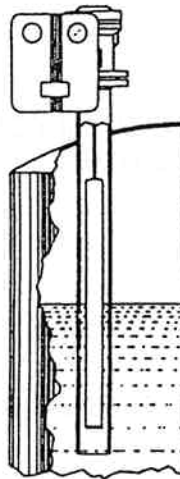
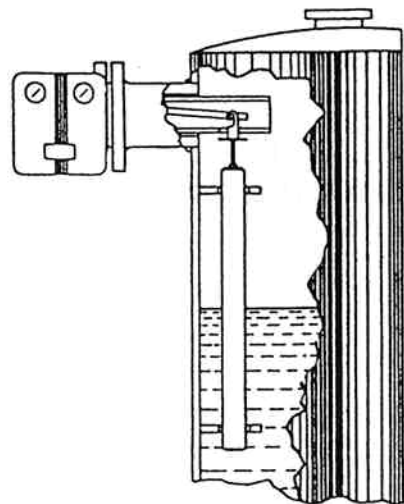



図 1　　図 2　　図 3

現　　象	チェック・ポイント	処　　置
① 出力信号が出ない(測定値)	・ディスプレーサとチャンバが内部でせっていないか。	・チャンバの傾き角度が0.5度以内に再調整する。 ・フランジのしめつけ誤差や、ボルト穴のズレの調整を行う。

現象	チェック・ポイント	処置
	・ディスプレーサが正確にトルク・アームに掛かっているか。	・分解し、ディスプレーサをトルク・アームのピンに正確にはめ込む。
	・ディスプレーサやチャンバに流体が付着していないか。	・容器から取り外し、混入物が付着していれば洗浄。
	・リンクおよびレバー止め、ならびにディスプレーサ固定が解かれているか。	・確認して、輸送用金具を取り外す。
② 実際のレベルと指示値とが一致しない	・設計時のプロセス条件と測定流体の仕様があっているか。(比重、粘度、温度)	・測定流体のプロセス条件を確認し、再調整を行う。 ・再調整がきかない場合は、新しいチャンバに交換する。
	・ディスプレーサやチャンバに流体が付着して作動をにぶくしていないか。	・取り外して、付着していれば洗浄する。
	・ゼロ点調整にくるいがないか。	・測定流体を抜いて、再度ゼロ調整をする。
	・トルク・チューブやハウジング部に保温がされていないか。	・もし、されている場合は取り外す。

(3) 静電容量レベル計

現　　象	チェック・ポイント	処　　置
①出力信号がでない	・電源の極性が違っていないか。	・配線を直す。
	・外部接続端子部の電圧が違っていないか。	・配線系統の絶縁不良個所を直す。
	・フューズが断線していないか。	・端子ボックスのフューズを確認、予備と交換する。
	・計器内部の増幅部に異常はないか。	・増幅部を交換する。
②出力信号に誤差がある	・流体の温度変化による誘電率の変化はないか。	・プロセス条件の温度、密度が変わっていないかを確認する。
	・電極に流体が付着していないか。	・取り外して、付着していれば洗浄する。
	・泡が発生して導電性に影響は出ていないか。	・気泡の混入や、発生を防ぐことを検討する。
	・外部からのノイズの影響を受けていないか。	・ノイズ源を取り除くか、影響を受けない対策をする。
	・ゼロ、スパン調整は適切か。	・再調整する。

(4) フロート・レベル計

フロート・レベル計には、タンクの側面取付形（図1）と、タンクの屋根の天井部に取付形（図2）がある。取扱い方に大きな差はないので、トラブルシューティングは同様とする。

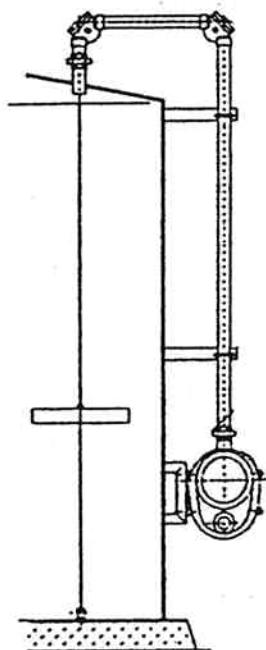
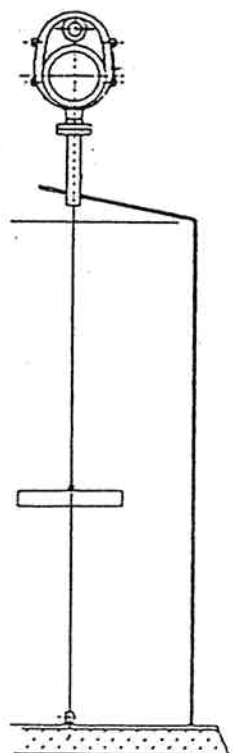



図 1　　　　図 2

現　象	チェック・ポイント	処　置
① レベルが変化しても出力信号が出ない	・フロートがテープから外れていないか。	・手動ハンドルでテープを巻き上げ、フロートの脱落を確認する。脱落している場合は、テープを張り直す。
	・テープが破損していないか。	・手動ハンドルでテープを巻き上げ、テープにキズの有無を確認する。ある場合は、テープを張り直す。
	・ガイド・ワイヤからフロートが外れていないか。	・手動ハンドルでテープを巻き上げるときにスムーズに上、下することを確認する。
	・タンク・ゲージ発信器のアンプが雷サージにより損傷していないか。	・サージ・アレスタを取り付ける。

②指示誤差がときどき出る	・フロートに流体の付着物が付いたり、堆積していないか。 ・ガイド・チャンバ内にガスが溜まり、フロートに影響を与えていないか。 ・テープやスプリングの疲労による張力変化はないか。 ・90°エルボの動作不良はないか。 ・ガイド・ワイヤへのフロートの引っ掛かりはないか。	・ガイド・ワイヤの並行性を確認する。 ・ガス抜穴を上部に作る。 ・新しいものと交換する。 ・90°エルボの清掃する。 ・ガイド・ワイヤ点検する。
③実際のレベル（検尺）と指示値とが一致しない	・設計時のプロセス条件と測定流体の仕様があっているか。（比重） ・タンク内の測定面が波動や脈動により、不安定になっていないか。 ・フロートにタールや付着物がついて作動をにぶくしていないか。	・測定流体のプロセス条件を確認し、再調整する。再調整ができない場合は交換する。 ・フロートが振れることにより、テープやガイド・ワイヤにキズができることも考えられるので、波よけを設置する。 ・フロートを取り出し、洗浄する。テープやワイヤも同様の現象が考えられるので、洗浄が必要となる。

(5)超音波レベル計

現　　象	チェック・ポイント	処　　置
①出力信号が出ない	・電源の極性が違ってないか。 ・電源電圧の負荷抵抗は適切か。 ・発信器の外部接続端子部の電圧は適切か。 ・ヒューズが断線していないか。	・配線を直す。 ・適切な値になるように直す。電源を交換する。 ・配線接続の絶縁不良個所を直す。 ・電源ヒューズを確認し、予備と交換する。
②出力信号が不安定である	・送信回路や増幅器に異常はないか。 ・送受信子および反射体に付着物がないか。 ・液面が変動したり、泡、乱気流、温度断層などの影響は受けていないか。	・修理または交換する。 ・取り除いて洗浄する。 ・感度の調整を行う。調整不能の場合は、タンク側に対策をする。

	・外部からの電気的ノイズの影響は受けていないか。	・変換器と検出器間のケーブルを短くする。 ・変換器とのアースを正しく取る。
	・送受信子に異常はないか。	・修理または交換する。
③出力信号が変化している（レベルが変化している）	・検出器からの不感距離を考慮した正しい取付けになっているか。	・検出器は被測定レベルの上限より0.3m以上離して設置する。
	・短管内壁に突起物がないか。	・点検し、ある場合は削除する。
	・超音波の不要反射による影響はないか。	・感度の調整を行う。調整不能の場合は、タンク側に対策をする。
④出力信号に誤差がある	・ゼロ・スパンが正しく調整されているか。	・再調整する。
	・検出器が周囲環境を受けていないか。	・直射日光による温度影響を受けないように策を施す。
	・測温抵抗体による温度補償回路に異常はないか。	・修理または交換する。

2.2.5 操作部（調節弁、オンオフ弁）

調節弁およびオン・オフ弁の駆動部には空気作動によるダイアフラム・タイプ、シリンダ・タイプならびに電気作動によるモータ・タイプがある。ここでは、ごく一般的であるダイアフラム・タイプを紹介する。

現　　象	チェック・ポイント	処　　置
①弁が作動しない	・空気源または信号回路に異常はないか。	・圧縮機、変換器を点検・交換する。
	・空気配管の洩れ、エア・セットに異常はないか。	・配管の点検、エア・セットを点検・交換する。
	・ポジショナのパイロットに詰まりはないか。	・パイロットを分解点検する。
	・ダイアフラムの破損等、操作部に異常はないか。	・操作部を分解点検する。
	・グランド・パッキンの締めすぎはないか。	・グランド・ナット締付トルクを点検する。
	・プラグ・ガイド部またはシート・リング間の焼付き、異物のかみ込みはないか。	・弁を分解点検する。

②弁の作動が不安定である	・供給圧が安定しているか。	・圧縮機の容量を確認する。
	・エア・セットの作動は正常か。	・エア・セットを点検・交換する。
	・信号圧、配管系の容量ならびに抵抗は正常か。	・信号系にボリューム・タンクまたは絞りをつける。
	・プラグ、ステムの摺動部に必要以上の摩擦はないか。	・グランド・パッキン、ガイド部を点検する。
	・ポジショナの異常はないか。	・ポジショナを点検する。
	・ブースターリレを調整してあるか。	・再調整する。
	・液体圧の変動により操作力が変動していないか。	・操作力を強くする。
	・単座弁の弁閉鎖方向の際、全閉位置付近で不平衡力になっていないか。	・弁の流れ方向を変更または操作力を強くする。
③弁が振動する	・弁にサポートが取ってあるか。	・弁の前後にサポートを取る。
	・弁の付近に振動源はないか。	・吸振材を取り付ける。
	・プラグ・ガイド部が摩耗していないか。	・分解し、点検・交換する。
	・配管ラインとの共振はないか。	・ポンプの吐出弁を絞る。サポートを増やす。直管部を長くする。
	・プラグが振動していないか。	・プラグ形状または内弁寸法を変える。
④弁の作動速度が遅い	・グランド・パッキンの締め過ぎはないか。	・グランド・ナットの締付トルクを点検する。
	・プラグ・ガイド部やガイドの間にスラリや固形物が詰まっていないか。	・分解し、点検、清掃する。
	・シリンダ内部の“O”リングが破損していないか。	・“O”リングを交換する。
	・操作器ダイアフラムまたは“O”リングから漏れはないか。	・操作器を分解し、点検、清掃をする。“O”リングを交換する
	・供給圧は正常か。	・再調整する。
⑤弁座より漏れが多い	・シート部が損傷していないか。	・シート面を研磨または交換する。(トリム材質の変更も検討)
	・シート・リングの緩み、劣化、摩耗はないか。	・締め付け、交換する。

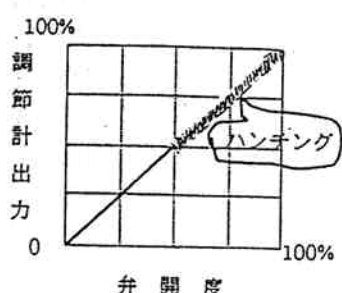
	・ボディ隔壁からの漏れはないか。	・溶接補修、交換する。
⑥流量が出ない	・設計時のプロセス条件と測定流体の仕様が合っているか。(流量、粘度、比重、温度、圧力等) ・内弁のサイズが小さすぎないか。 ・ケージの目詰まりはないか。	・測定流体のプロセス条件を確認し、再調整（サイズ、チェック等）する。 ・サイズ・アップする。 ・分解し、点検、清掃する。
⑦流量特性が違う	・内弁（プラグまたはケージ）の形状選定に間違いはないか。	・プラグまたはケージに交換する。

2.3 トラブル事例集

目　次

事例	温水温度制御不良	温 度 1

状況：制御中にいつのまにか温度制御不能状態になっている。調節計出力は出ているが、電動弁が動作していない。手動、自動とも、弁動作試験を行なうが正常である。

原因：調節計の出力信号は0～50%間では正常にでているが、50～100%の間ではヒゲがでている。調節計のコンデンサ劣化による出力の異常であった。

処置対策：経年劣化に伴うコンデンサ劣化対策として、定期的（7～8年に一回）交換を実施する。

教訓：出力波形がハンチング状になるとテスタでは観測できないのでシンクロスコープを使用する。
また、電動弁自体にオーバーロード・スイッチ機能が付加されていると信号がきても動作しないことがあるので注意を要する。

事例	温度調節計指示ハンチング	温 度 2

状況：操業中に突然指示が点滅状態になった。

原因：温度調節計内部のコネクタ・ケーブル部の接触不良であった。コネクタのロック用ツメをかけていない状態となっていた。

処置対策：コネクタ手入れとロック用ツメを正常復帰。

教訓：計器試験、あるいはチェックを行った場合には確実に正規の歯止め、確認を行っておかないと思わぬトラブルを招く。

事例	加熱蒸気温度指示異常	温度 3

状況：圧力温度計の指示が急に「ゼロ」になった。

原因：圧力温度計感温部の亀裂により、内部のアルコールが抜けてしまったため温度が出なくなった。

処置対策：圧力温度計一式取替。

教訓：感温部の経年劣化の予想は難しいが、寿命判断の目安として、周期管理を行うことが大切である。

事例	旧JISと新JISの認識不足よるRTD/I変換器調整ミス	温度 4

状況：JPt100のダブル・カップル・タイプ測温抵抗体を使用の温度ループで、マルチメータを用いてRTD/I変換器の調整を実施した。
後日、調節計の指示と記録計の指示が、100℃において約3℃の差が生じる状況が発生した。
ループは、①JPt100- RTD/I- 調節計
②JPt100-記録計

原因：RTD/I変換器の調整時に、マルチメータ試験器にて旧JIS（JPt）を選択しなければならないのに新JIS(Pt)を選択し、また入力を加える時に試験器の温度表示しか確認せず、抵抗値表示の確認を行わなかった。

処置対策：旧JISによる抵抗値入力にて再調整。

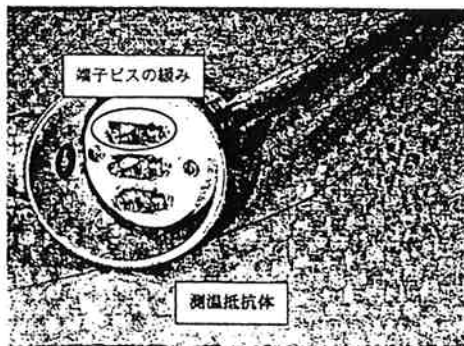
教訓：測温抵抗体には、旧JISと新JISのタイプがあり基準抵抗値か異なるので、RTD/I変換器など関連する計器を調整するときには、どちらのタイプであるか確認してから実施する。

JPt100の規準抵抗値

温度 ℃	0	+1	+2
70	127.07	127.45	127.84
80	130.89	131.27	131.66
90	134.70	135.08	135.46
100	138.50	138.88	139.26
110	142.29	142.66	143.04
120	146.06	146.44	146.81

Pt100の規準抵抗値

温度 ℃	0	+1	+2
70	127.54	127.93	128.32
80	131.42	131.81	132.20
90	135.30	135.68	136.07
100	139.16	139.55	139.93
110	143.01	143.39	143.78
120	146.85	147.23	147.61

事例	測温抵抗体指示異常	温　度 5

状況：温度調節計の入力値（PV）が出たり、出なかったり変化する。

原因：測温抵抗体が断線しており、さらに振動により接触したり離れたりしていた。

処置：シース・タイプ測温抵抗体に変更し取り替える。
対策

教訓：測温抵抗体の断線個所は抵抗線とリード線との溶接部付近が多い。振動防止板の効果が劣化し、断線にいたるようである。

事例	測温抵抗体センサ部端子ビスのゆるみ	温　度 6

状況：定期点検後、客先より温度記録計の指示値が実際の温度より約20℃低く、ハンチングしていると連絡があった。
原因：調査して見ると、温度記録計には異常がなく、測温抵抗体センサ部の端子がゆるんでいるのが判明した。定期点検後には、ループによる温度記録計の指示・動作を確認しており、その時点で不具合は、発見できなかったことから、端子ビスの締付けが甘く、振動などでゆるみが発生したと推定する。
処置：端子ビスの増締めにより良好になる。
対策　端子の確認項目として以下のことを徹底させた。
- 圧着端子とビスの接触面が確実に密着しているか。
- ビスの増し締め後、端子を指でゆすってゆるみのないことによる再確認。
- 振動のある場所では、ビスがワッシャ付きであることの確認。ない場合にはワッシャを追加する。
- 結線した作業員と別の作業員によるゆるみの有無の確認。

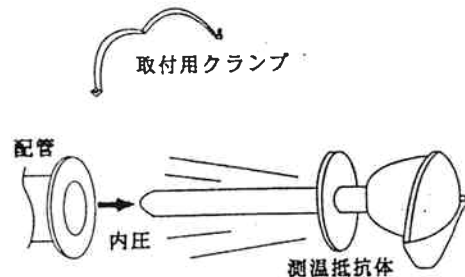
教訓：点検作業で端子をさわることは非常に多く、このような不具合の発生はよくあることである。上記の端子の確認を徹底させよう。

事例	熱電温度計指示不良	温　度 7

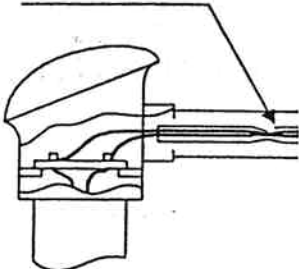
状況：R熱電対を取り外し、定期校正試験を実施、再度取り付けたところ、通常指示1000℃くらいのところが600℃しか指示しない。

原因：金属保護管にR熱電対を入れた際に、ガイシとガイシの途中で素線がねじれて短絡していた。温接点が正規の位置に届かなくなったためである。

処置対策：R熱電対素線のねじれを修正。

教訓：何度も取り出した場合は、ガイシの継ぎ目が同じ位置になるので継ぎ目をずらすと良い。

事例	配管内圧による測温抵抗体取外時の破損	温　度 8

状況：定期点検時に，配管から測温抵抗体を取り外そうと取付クランプ・ネジを外したところ、クランプが外れると同時に、測温抵抗体が吹き飛び破損してしまった。

原因：客先との事前打合せにて配管内の圧抜きの処理は済んでいるはずであったが、他業者が配管の耐圧試験の作業実施後に、圧抜きを行わなかったため測温抵抗体の取り付けてある配管中に、内圧が残っており、測温抵抗体が吹き飛んだ。

処置対策：測温抵抗体を交換、復旧した。

教訓：
- 客先に作業前に再度確認をしてもらう。
- 配管にゲージ圧力計がある場合には、その指示を確認する。
- 配管から機器を取り外すときには、危険を予知し、ネジ、ナット類を一度に取り外さずに徐々にゆるめ、内圧の残っていないことを確認しながら作業を進める。

事例	炉のゾーン温度がゼロ指示	温　度 9

状況：ゾーン温度指示がゼロのままとなる。

原因：熱電対の端子部より10cmぐらいのところで補償導線の被覆がやぶれており、短絡状態となっていた。

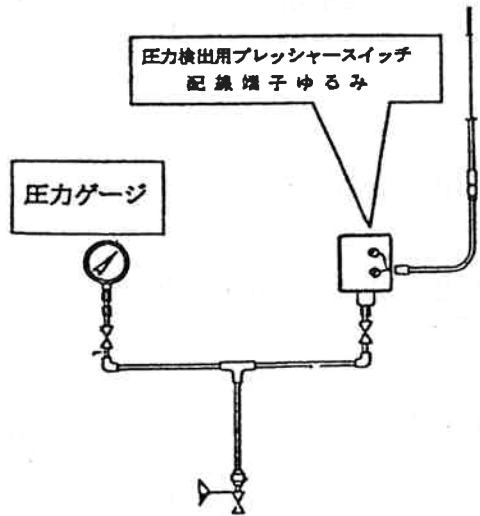
処置
対策：補償導線の良好部分にて接続。

教訓：定期交換時には、端子の締付けなどの養生をしっかり行う。

事例	炉ゾーン温度指示が低温時に不安定	温　度 10

状況：4ゾーンの炉温指示が700℃以下の低温時に不安定となり、使用側でカップルを取り替えたが、現象は同じであった。

原因：mV/Iとディストリビュータ間の配線端子がゆるんでいたため。

処置
対策：配線端子の増締め。

教訓：今回トラブル処理にあたっては、検出端から規定出力をチェックすることで、不具合箇所が早くわかった。

事例	エア圧力低下によるガス遮断	圧　力 1

状況：実際のガス圧はあるにもかかわらず、圧力低下を検出し遮断が掛かった。

原因：圧力検出用プレッシャ・スイッチの配線端子がゆるんでいたため、誤動作発信した。

処置対策：プレッシャ・スイッチの配線端子増締め。

教訓：プレッシャ・スイッチは、振動、締付不足、あるいはスプリング・ワッシャをつけてない、などで端子がゆるむことがある。

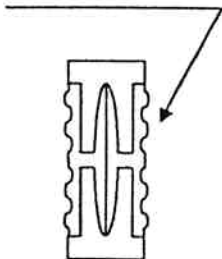
事例	浄水本管圧力制御不能	圧　力 2

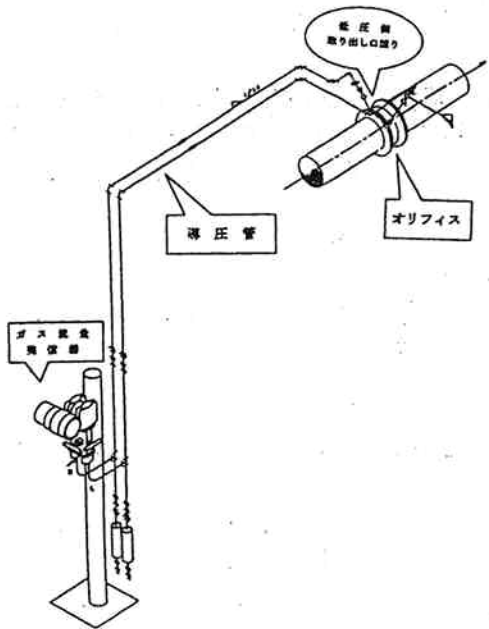
状況：浄水本管圧力自動制御中、早朝に指示が振り切れ、制御不能となる。

原因：発信器導圧管凍結のため、膨張し異常圧力となり、エア抜バルブが凍結し、亀裂破損して漏水した。気温：氷点下マイナス4℃であった。

処置対策：導圧管凍結除去、エア抜バルブ交換、保温材の手直し。

教訓：保温工事は施工済みであっても、寒冷地なみの気温になれば、一時的にヒータなどの保温対策が要求されるので事前の対応が必要である。

事例	発生粗ガス集気管の圧力ハンチング	圧 力 3

状況：発生粗ガス集気管の圧力指示がハンチングするとの連絡で検出端の配管パージを実施するが、改善されない。
なお粗ガス中に含まれるタール類が導圧管内に滞留するため、定期的に蒸気パージする機構となっている。

原因：発信器前のバルブ詰まり。

処置対策：発信器廻りの蒸気パージ。

教訓：タール類の導圧管内への付着状況は季節により異なるので夏場と冬場でパージ周期を変えているが、この事例のトラブル発生は5月であり、季節の変わり目であった。パージ周期を季節により、さらに細かく設定する。

集気管圧力測定配管系統

事例	冷却水スプレイ・ノズルの背圧がたたず	圧 力 4

状況：冷却水スプレイ・ノズルの背圧が立たないとの連絡で現場圧力計を確認すると60kPa程度の圧力はあるが、圧力発信器出力は4mAであった。
導圧管詰まりをチェックするが異常はなかった。

原因：圧力発信器のダイアフラム部劣化（弾性劣化）。

処置対策：予備品と交換。

教訓：設置台数にもよるがこの圧力発信器は事後保全あるいは精検時点検となっている。重要設備に使用する場合には点検周期を短くする。

差圧発信器 - ダイアフラム部

事例	ガス流量計検出端詰りによる指示不良	流　量 1

状況：通常の流量指示から突然プラス方向に振り切れたままの状態になった。

原因：流量計差圧取出口の低圧側が詰り、差圧が正常に伝わらなくなった。

処置：流量計検出端の手入れ。
対策

教訓：ガス配管の検出端は圧力、流量にかかわらず定期的に手入れをしないと、タール、ガス灰が堆積して詰りの原因となる。手入れの際は、ガス中毒防止対策をすることも重要である。

事例	ガス流量積算異常	流　量 2

状況：炉の保熱時にはガスの実使用量は微量で積算カット領域であるにもかかわらず、積算してしまう。
差圧発信器の3岐弁で均圧にすると、積算せずに問題はない。

原因：一次側検出配管曲がり部でのタール状異物の詰まり。

処置：仮処理として配管パージ。定修日に配管替え実施。
対策

教訓：定期的にパージしているが、曲がり部に詰まったもので、異物が滞留しないように配管ラインを手直し。

事例	空気流量計導圧管オート・ドレン不良	流　量 3

状況：正常な指示で操業していたが、突然指示がハンチングしだした。

原因：導圧管下部に設置されたオート・ドレンの機能が低下し、ドレンが溜まって差圧が正常に発信器に伝わらない状態となっていた。

処置
対策：オート・ドレンの手入れ、ドレン抜き。

教訓：オート・ドレンは日常点検整備の省力化に大変効果があるが、つけっぱなしにしておくと吐出口に塵埃などが付着し、排出しなくなる場合が生じるので、定期点検をおこなう。

事例	工業用水流量指示異常	流　量 4

状況：2系統ある工業用水流量の和算指示が通常8000m³／分のところ4000m³／分しか指示しない。

原因：流量加算器の系統入力1の端子ゆるみにより、加算入力されていないため、指示が半分となつた。

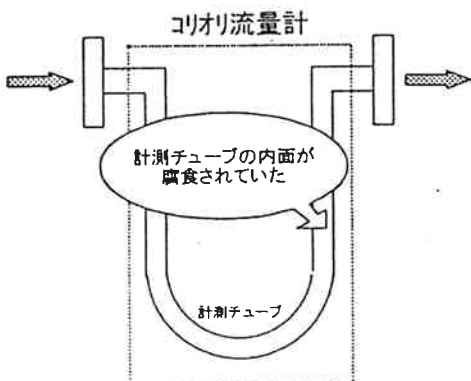
処置
対策：系統入力1の端子増締め。

教訓：ネジのゆるみで大きなトラブルを招いた事例は過去にも数多くある。「ネジひとつ」と軽く思わず、確実な作業が大切である。

事例	コリオリ流量計に指示誤差が発生	流　量 5

状況：測定液が流れていないにもかかわらず、指示が10%～15%出ている。
実流校正設備で流量計の試験実施した結果、約20%の誤差が生じていた。

原因：測定液中に含まれる異物が計測チューブ内に付着し、チューブのバランスが崩れ、指示誤差が発生した。

処置：計測チューブ内を有機溶媒で洗浄した。
対策　生産銘柄変更に合わせて、1回／月の頻度で計測チューブの洗浄を定例化した。

教訓：測定液によるスケール（異物の付着）発生の有無やその対応策を、計器選定段階で十分に調査検討しておく。

事例	コリオリ流量計のゼロ調整ができない	流　量 6

状況：運転スタート前に流量計の指示が（+）振り切れていたため流量計が設置されている配管を満水状態にしてゼロ点を確認したが（+）振り切れの状況は変わらず、またゼロ点の調整もできない。

原因：コリオリ流量計の計測チューブが僅かに腐食されたため、チューブのバランスが崩れ指示が（+）振り切れとなった。

処置：予備の流量計と交換
対策　流量計の計測チューブの材質を、より耐食性のある材質へ変更した。

教訓：測定液の腐食性の有無や耐食材質について、計器選定段階で十分に調査検討する。

事例	差圧発信器点検後の3岐弁の開閉状態のミス	流　量 7

状況：差圧発信器の調整を実施した後、運転を開始したところ、DCSのヒューマン・インタフェース上のPV値が約0%付近のままで増加しない。

原因：調整後、差圧発信器の3岐弁を運転状態に戻していなっかたために発生した。

処置対策：至急、3岐弁を運転状態に戻す。

教訓：差圧発信器の調整後には、３岐弁の開閉状態を
高圧側／低圧側のストップ弁 ……開
均圧弁 ………………………………閉
の運転状態にすることを徹底させる。

事例	蒸気流量計の指示が変化しない	流　量 8

状況：実際の蒸気流量は変わっているのに指示は一定のままで変化しない。

原因：コンデンサ、導圧管内に水アカなどが詰っていたため、差圧が正常に発信器に伝わらなくなっていた。

処置対策：コンデンサ、導圧管内のドレン抜き後、管内清掃、水道水注入実施、ゼロ点確認。

教訓：蒸気ドレン管内には水アカ、錆が生じるので定期的にドレン入れ替えが必要。

事例	スプレイ冷却水流量がMAX量流れる	流　量 9

状況：作業開始で元弁を開にしたところ、あるゾーンのみ冷却水流量が指示範囲のMAX値を示した。
調節計をマニュアル操作するが、現場調節弁は全開のままであった。

原因：加減算器のヒューズが断線したため。

処置：ヒューズの取替え。
対策

教訓：設備安全上からエアレス・オープンとなっていたため、MAX量が流れた。この点で設計上のミスはなかった。

事例	スマート差圧発信器点検後の出力形式の戻し忘れ	流　量 10

状況：スマート差圧発信器を社内引き取り、SFCにて出力形式を開平からリニアに変更して点検を行った。作業終了後、実プロセス流量に対して指示値が半分ぐらいになった。

原因：点検前に発信器のデータをチェックしていなっかたため、点検後リニアから開平に戻すのを忘れてしまった。

処置：出力形式を開平に戻す。
対策

教訓：・SFCで点検前、点検後の設定値をプリントアウトし比較する。
・点検のため現状を変更した場合には、チェック・シートに記入し確実に復旧する。

TAG No.　FIC101

TYPE：DIFF. PRESSURE
FORM：LINEAR
DAMP：0.32 SECONDS
LRV：0.0 kPa
URV：100 kPa

SFCプリント内容

事例	スマート差圧発信器点検後のダンピング設定の戻し忘れ	流　量 11

状況：定期点検でスマート差圧発信器の実圧試験を行うことになり、SFCを接続し、設定値をプリントアウトしたところ、ダンピングの設定が16SECになっていたので、0SECに変更して実圧試験を実施した。
点検後、運転を開始したが、このループが自動運転で全く制御できない状態になった。

原因：点検後の設定値が、点検前と同じであることを確認しなかったため、ダンピングの設定を0SECのままにして、元の16SECに戻すのを忘れてしまった。

処置：ダンピングの設定を元の16SECに戻す。
対策

教訓：・SFCで点検前、点検後の設定値をプリントアウトし比較する。
・点検のため現状を変更した場合には、チェック・シートに記入し確実に復旧する。

TAG No.　FIC100
TYPE：DIFF. PRESSURE
FORM：SQROOT
DAMP：0 SECONDS
LRV：0.0 kPa
URV：70 kPa

SFCプリント内容

事例	超音波渦流量計の設定データの初期化	流　量 12

状況：超音波渦流量計の点検修理のため、変換器内部のアンプ・ユニットの交換作業を行った。作業後、設定データを確認したところ、データが初期化されていて、復旧するのに時間がかかってしまった。

原因：超音波渦流量計が新製品であったため、作業者が、設定個所や設定方法を十分理解していなかったため。

処置：専門部署に連絡をとり、元の設定データを投入。
対策　点検手順書を基に作業を実施するように徹底する。

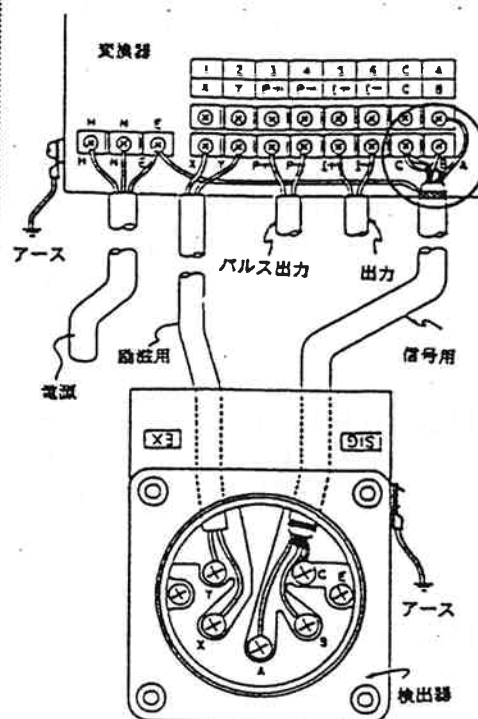
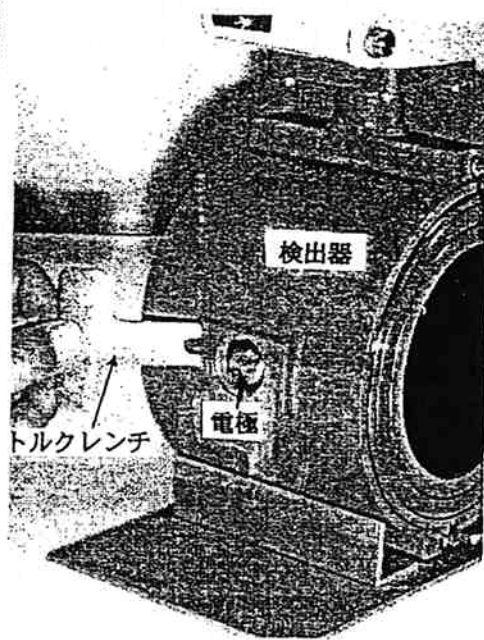
教訓：新製品の場合には、作業を行う前には、点検手順書、取扱説明書やメンテナンス・マニアルで確認してから行う。

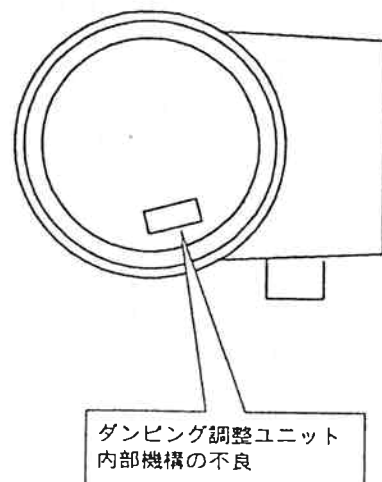
事例	電磁流量計点検後の復旧時の信号用ケーブル接続ミス	流量 13

状況：電磁流量計の定期点検をキャリブレータを使用して実施した。本運転時に、電磁流量計の指示が、点検前に比べ約半分になり、あまりにも差がありすぎるとクレームになった。

原因：配線の取外前の記録をせずに、点検後の復旧を行ったため、信号用ケーブルのA-C線 または、B-C線の接続を間違えて逆に配線した。

処置対策：信号用ケーブルを正しい接続にする。

教訓：・配線を外す時にはチェック・シートを用い線色、線番と端子番号を控え、復旧時には、チェック・シートで確認しながら接続する。
・流体を実際に流せる場合には、流してみて指示を客先と確認する。

事例	電磁流量計点検後の復旧時の励滋用ケーブル接続ミス	流量 14

状況：電磁流量計の定期点検後、運転立会時に流量表示が-20%を表示し積算値がカウントしない不適合が発生した。調査の結果X、Yが逆に接続されていたことが判明したので配線を手直し、運転を再開したところ，今度は出荷中のローリ・タンクから流体がオーバーフローしてしまった。

原因：・配線取外前のマーキングをせずに、点検後の復旧を行ったため、励滋用ケーブルのX、Y接続を間違えて逆に配線した。
・不適合時の流量積算分がカウントされていないことを、忘れていたため、オーバーフローした。

処置対策：励滋用ケーブルを正しい接続にする。

教訓：・配線を外す時にはチェック・シートを用い、線色、線番と端子番号を控え、復旧時にはチェック・シートで確認しながら接続する。
・外した配線にはマーキングをする。
・復旧後は作業者以外の者に確認をしてもらう。

事例	電磁流量計の電極締付不良	流　量 15

状況：給水と排水の流量差がゼロであるべきところに、約4T/hの流量差が生じている。

原因：電磁流量計の検出器の電極をSUSからチタンに材質変更した際にトルク・レンチを使わずに締め付けたため、締付けが弱く、電極からの漏れにより絶縁不良を起こしたため発生した。

処置：電極部の流体をドライヤの冷風で乾燥させた後、トルク・レンチを使用し電極の締付け、再組付けを行う。必要に応じて吸湿剤を入れることもある。
対策

教訓：締付トルク管理を確実に実施するように徹底する。

事例	バーナ空気流量ハンチングで燃焼不安定	流　量 16

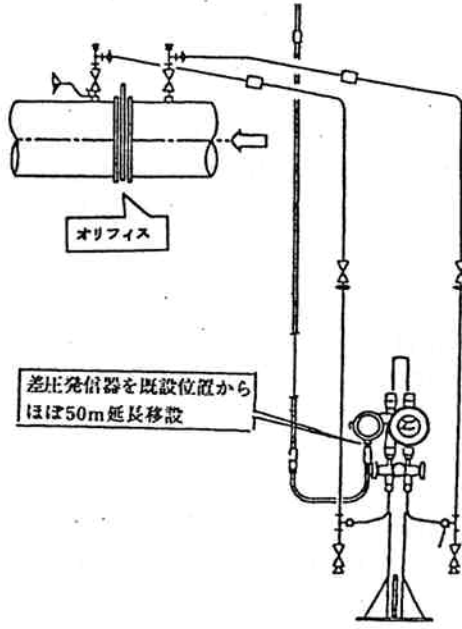
状況：バーナ空気流量がハンチングし、燃焼が不安定となった。
差圧発信器のダンピング調整ユニットで減衰を利かせてもハンチングが止まらない。

原因：発信器内のダンピング機構部不良のため。

処置：短期処置として発信器の取替え。
対策

教訓：使用側では徴候がすでにあったとのことで早めの連絡が必要。

発信器伝送部

事例	発信器移設にともなうトラブル	流量 17

状況：差圧発信器を既設位置からほぼ50m延長して移設した。移設前に校正試験を実施済みの発信器を取り付けたところ、ゼロ、スパンに誤差が生じた。

原因：移設したため距離が長くなり、発信器電源電圧が低下し誤差を生じていた。(DC24VのところDC16Vであった)

処置・対策：発信器電源の電圧調整。

教訓：距離的な問題で電圧降下が生じることは理解していても、気付かないことがある。確実にテスタでチェックすることが大切である。

事例	排ガス流量制御不能	流量 18

状況：流量発信器出力とA/D変換ユニットのカウントは正常であるが、A/Iアナログ・カードの出力がでない場合がある。

原因：A/Iアナログ・カードが接触不良であった。

処置・対策：A/Iアナログ・カードの差替え。

教訓：マイコン関係のカード類が接触不良をひき起こすことが時々あるが、定期的に手入れをおこなうことで防止できる。

事例	揚送水超音波流量計指示異常	流　量
		19

状況：ピット内に設置された超音波流量計の指示が大幅にハンチングしている。

原因：ピット内漏水ポンプの電源断で漏水ポンプが運転不能となり、超音波流量計センサ部が水没、同時にセンサ・ケーブルも断線した。

処置
対策：センサと変換器一式の交換。

教訓：レア・ケースの、いわゆる「もらい事故」である。設計時にこのようなトラブルも考慮しておく必要がある。

事例	流量計指示不良による制御不能	流　量
		20

状況：流量指示が2400Nm3/H出っぱなしで制御不能となった。

原因：流量発信器異常なし。発信器とPCSユニット間の伝送異常であった。

処置
対策：リスタートで正常復帰。

教訓：振動が大きい場所に設置されている場合は、定期的に発信器内部のゆるみなどの点検が必要である。

事例	炉の不完全燃焼 (1)	流　量 21

状況：燃焼開始直後、ガス流量よりも空気流量が少なく、バーナ近くで黒煙が発生しているとのことで点検。空気流量調節計の基準入力チェックをしたが、問題はなかった。ガス流量調節計の基準入力チェックをしたところ25%、50%、75%入力で測定値が異常に低かった。

原因：ガス流量調節計（開平演算器付き）の開平演算選択をOFFにしてあったため、ガスが実流量よりも測定値が低く、空気流量調節計への設定値が小となったため。

処置：開示演算選択をON。
対策

教訓：通常、点検する時はOFFにしないものであるので確認忘れとなった。点検時にはほとんどしない作業はメモをして、元の状態に戻す。

炉の不完全燃焼

事例	炉の不完全燃焼 (2)	流　量 22

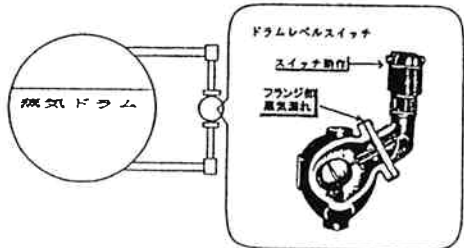
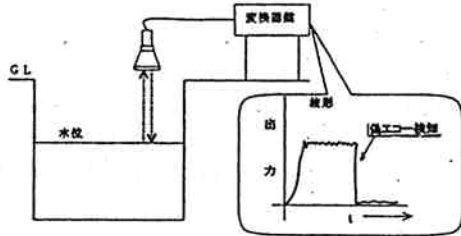
状況：温度調節計をオート・モード、ガスおよび空気流量調節計をカスケード・モードの燃焼で不完全燃焼発生。このため暫定的に各調節計をマニュアル・モードにして対応した。
ガス流量差圧発信器を均圧にして出力を確認したところ、3.87mAであった。このためガス実流量に対する空気流量が相対的に少なくなり、不完全燃焼を生じていたものと判明した。

原因：ガス流量差圧発信器のゼロ点不良。

処置：ガス流量差圧発信器のゼロ点調整。
対策

教訓：ゼロ点調整は重要である。

炉の不完全燃焼

事例	原料槽サウジング・レベル計指示不良	レベル 1

状況：空槽にもかかわらず、レベル計は11mを指示（測定範囲：0～12m)。
手動運転で50～60cm下降させると、すぐ巻き上がってしまう。

原因：ワイヤ・ドラムの止めビスゆるみによるワイヤ噛込み。

処置対策：止めビスの増締め。

教訓：締め付け後、ペイント・ロックし、ゆるみを事前にキャッチすることが必要。

サウジングレベル計

事例	蒸気ドラム・レベル・スイッチ異常	レベル 2

状況：浮子式レベル計の指示が正常にもかかわらず、ドラム・レベル・スイッチが動作し、異常となった。

原因：水位検出用フランジのガスケットから蒸気が漏れていたため、レベル・スイッチが動作した。

処置対策：ガスケット交換。

教訓：運転員が設備稼動状況を監視しているが、蒸気配管などは保温工事を施しているため、少量の漏れを発見することがむずかしい。

事例	処理水槽超音波レベル計指示異常低下	レベル 3

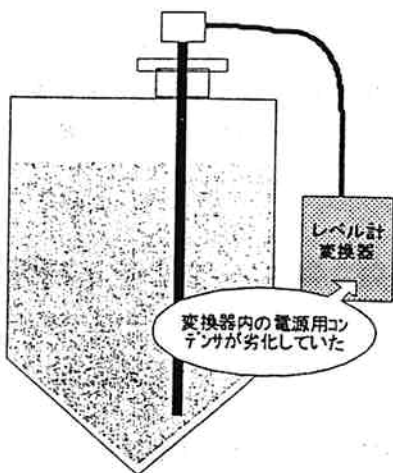
状況：処理水槽のレベル計指示が急激に低下したままで復帰しない。現場水槽レベルに変化はなかった。

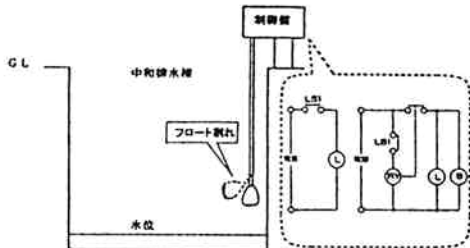
原因：超音波レベル計を各部点検するも異常はなく、偽エコー検知による誤動作と判断した。

処置
対策：偽エコー検知最適調整の実施で正常復帰となる。

教訓：水槽に超音波レベル計を設置すると、冬場には水蒸気が生じて誤動作の場合もあるので注意する。

事例	静電容量レベル計が作動しない	レベル 4

状況：原料ホッパーが満杯状態になっているにもかかわらず、上限警報用レベル計が作動しない。

原因：原料粉体の安息角が大きく、ホッパー内が満杯になっても粉面計の先端が原料に接触していなかった。(運転方法の変更により原料の種類が変更になっていた)

処置
対策：レベル計の取付位置を変更した。

教訓：原料の種類を変更する際、計測器の設計条件見直しの実施。

事例	静電容量レベル計の指示が（－）振り切れる	レベル 5

状況：タンクの実液量は、ほぼ満杯状態にあるにもかかわらずレベル計の指示が5%まで除々に低下した。

原因：レベル計に内蔵されている直流電源装置（コンデンサの劣化）の不良。

処置：予備の電源装置と交換した。
対策　予防保全作業の項目に、8年周期で電源装置のコンデンサを交換する項目を追加した。

教訓：計器内部に使用されている有寿命部品の把握とメンテナンス。

事例	中和排水槽レベル・スイッチ不良	レベル 6

状況：排水レベルが低下したにもかかわらず、レベル信号はONのままであったため排水槽が空になった。

原因：レベル・スイッチのフロートが割れて排水が侵入したため、誤動作発信した。

処置：ケーブル・フロートの取替。
対策

教訓：排水槽レベルの変動が多い場合は、定期的な検査の実施、フロートの経年変化にともなう周期管理が必要である。

事例	電極式レベル検出器不具合	レベル 7

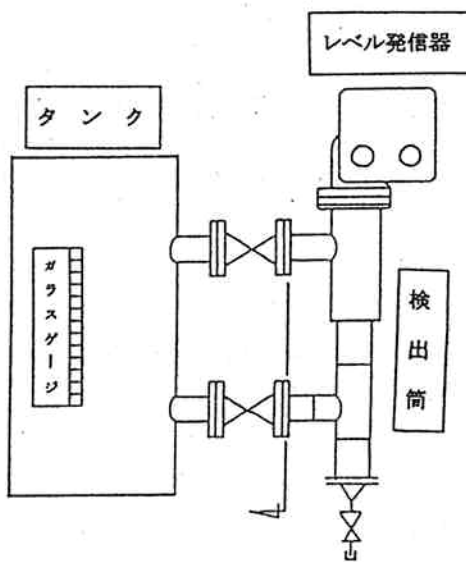
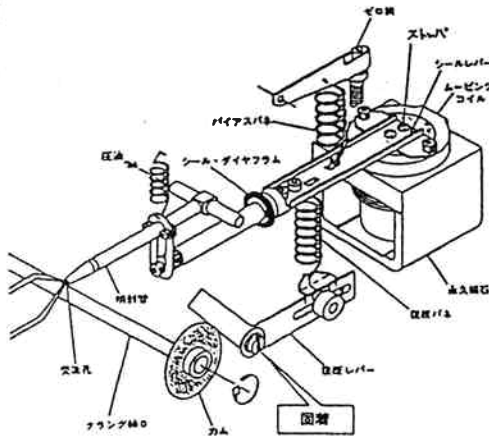
状況：測定対象は純水と変わっていないが、純水タンク・レベル計のHIGH、LOW信号が出ない場合が発生する。

原因：純水の電気伝導度と電極間の関係から、本来導通しない（レベル信号が出ない）が、いままで信号が出ていたのが出なくなったのは純水純度がよくなったからと思われる。

処置・対策：レベル検出器を電極式からフロート式に変更。

教訓：いままで信号が出ていたのにという考えもあるが、確実な方式を選定した。

（電極式からフロート式に変更）

事例	薬液レベル制御不良	レベル 8

状況：レベル制御中、タンクより薬液が溢れ出した。検出端は電極式であり、調節弁は開のままであった。

原因：検出端である電極の酸化皮膜生成による電極間の導通不良により上限信号がでなかった。

処置・対策：電極手入れ。

教訓：電極式のレベル計はときどき手入れをしないと測定対象物が付着し動作しなくなる場合がある。

事例	レベル計指示値異常	レベル 9

状況：レベル計指示値と実測値に大きな差がある。（ディスプレーサ・レベル計発信器）

原因：発信器ゼロ点ズレ。

処置・対策：発信器ゼロ・スパン調整、取出口手入れ。

教訓：取出口は、測定対象物の不純物が付着し詰まる可能性が高いので、定期的な手入れが必要。

事例	ガス流量調節弁が全開になったまま動作不能	操作部 1

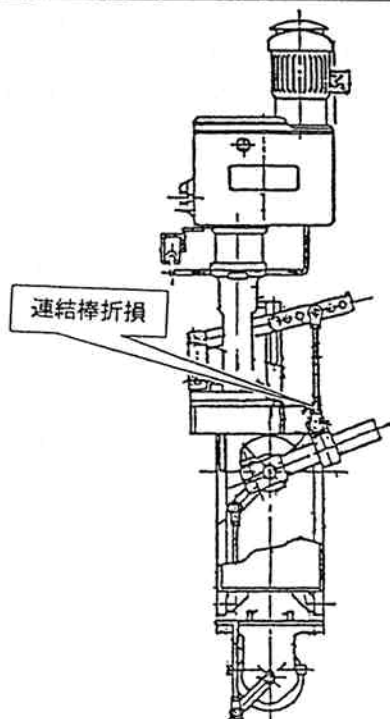
状況：自動制御中にガス流量調節用バタフライ弁が全開となった。調節計をマニュアルにして開閉操作するが弁全開のまま動作しない。

原因：電油操作器の復元レバー軸が固着していた。

処置・対策：復元レバー軸の清掃。

教訓：点検周期の見直し。

電油操作器復元レバー軸

事例	ガス流量調節弁が全開のまま動作せず	操作部 2

状況：炉ゾーンのガス流量調節弁が全開のままとなり、温度制御不能となった。
P/Pポジショナを確認した結果、入力は20kPaでOKであったが、出力は400kPaでNGであった。フラッパ板バネを手で押しても反応しない。

原因：P/Pポジショナ不良。

処置
対策：P/Pポジショナの予備品と交換。

教訓：P/Pポジショナの点検周期を見直す。

事例	ガス流量調節弁の開不能	操作部 3

状況：ガス流量調節弁が全閉となり、開不能となった。
このガス流量調節弁は通常30%程度で制御されている。

原因：連結棒のジョイント部が固着し、折損したため。

処置
対策：連結棒を取り外し、アーク溶接、補修およびジョイント部の清掃、対策、手入れ。

教訓：点検周期の見直し。

調節弁連結棒

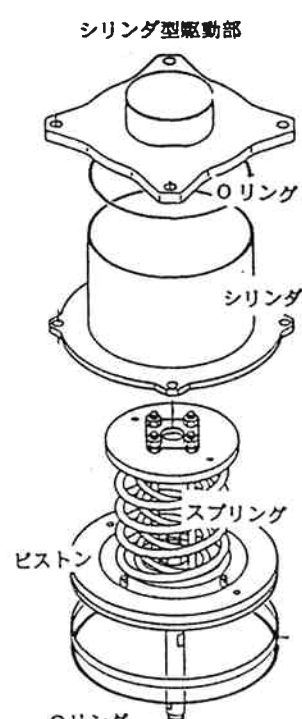
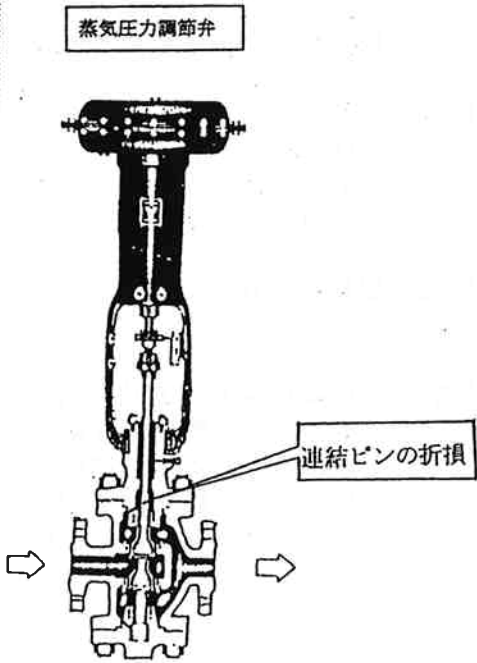
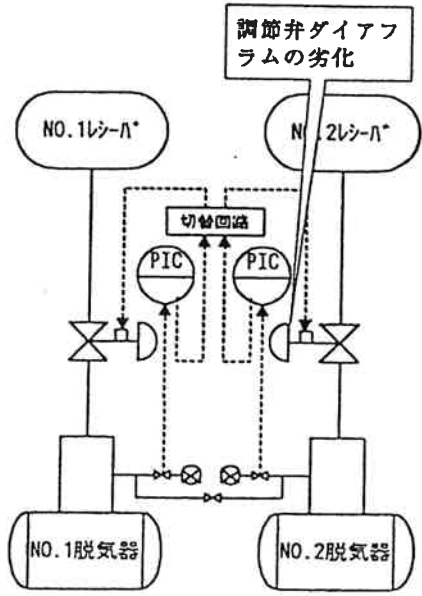
事例	グランド部増締めによる調節弁動作不良	操作部 4

状況：セルフ・シール形調節弁をホット・ボルティング時に締付ボルトの増締めと同時にグランド部も増締めを行った。数日後、客先より2、3%の出力の変化に対して調節弁が動作しないと連絡が入る。

原因：ホット・ボルティング時にグランド・リークがないにもかかわらず、ルブリケータのグリスアップを行わずにグランドの増締めを行ったため、動作が鈍くなった。

処置対策：弁を30分ほどバイパスして、グランド部をゆるめ全開閉を数回行いステムとグランドをなじませ、その後ルブリケータよりグリスアップを行い、再度動作がスムーズであるかを確認。

教訓：グランド部にリークがないのに、むやみに締めると動作不良の原因になる。

事例	シリンダ型調節弁駆動部へのグリス塗り忘れ	操作部 5

状況：シリンダ型調節弁駆動部のオーバーホールを実施し、運転数ヶ月後に、ストローク動作がスムーズに動かず、スティクした動きになったと連絡が入る。

原因：作業中に中断があったため、駆動部のシリンダおよびピストン、Oリングへのグリスを塗ることを忘れたため、摩擦によりOリングがねじれ、スティクを起こしていた。

処置対策：後日、再度オーバーホールを実施し、駆動部のシリンダおよびピストン、Oリングへのグリスを塗る。またチェック・シートを見直し、確認項目を追加する。

教訓：作業を中断した場合など、どこまで作業を行ったのか確認できるようにチェック・シートを用いる。

事例	蒸気圧力制御不良	操作部 6

状況：蒸気圧力制御設定値0.6Mpaに対し、PV値は0.7～0.8Mpaとなる。

原因：インナ・バルブとバルブ・ステム連結ピンの折損でインナ・バルブが開方向に落ち込んでいた。

処置：調節弁の分解整備。
対策

教訓：調節弁の校正試験を実施しても弁内部の落込みを発見するのは難しい。定期的な手入れでシート・リングの磨耗などを点検した方がよい。

事例	脱気器内圧力ハンチング	操作部 7

状況：脱気器内の圧力指示が130～280kPaの範囲でハンチングし、安全弁が作動する。

原因：調節弁ダイアフラムのグランド部劣化。

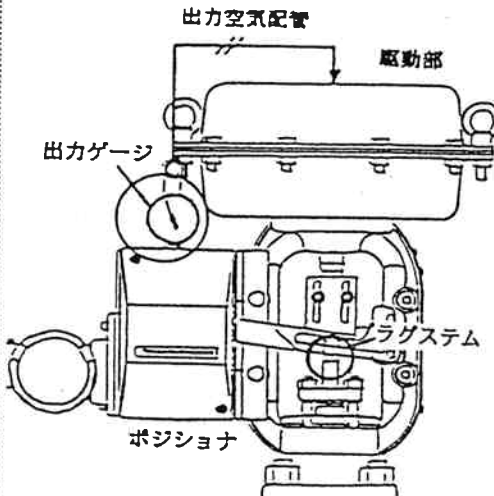
処置：NO.1制御系統にて、両系の圧力制御の実施。
対策　調節弁のオーバーホールを行う。

教訓：片系、両系制御などの各種運転モードがあったため止めることなく操業を継続できた。

脱気器内圧力制御系統図

事例	調節弁駆動部の組付方向ミス	操作部 8

状況：引き取り、整備作業を実施した調節弁を、客先に引き渡した後、客先より供給空気配管がポジショナと接続できないとの連絡があった。

原因：分解時に、ペイント・マーカを使用して合マークをつけたが、本体スタッド・ボルト交換時に本体をバーナであぶったため、合マークが消えてしまい駆動部の組付方向がわからなくなってしまったため。

処置
対策：駆動部を180℃回転し、再組付けを行う。

教訓：・作業に適した方法で合マークを付ける。
・本体部と駆動部を分解する前に、すでに合マークが付いている場合には、その合マークで復旧時正しく組み付けられるかどうか確認する。
そうでない場合には、新たに正しい合マークを付ける。

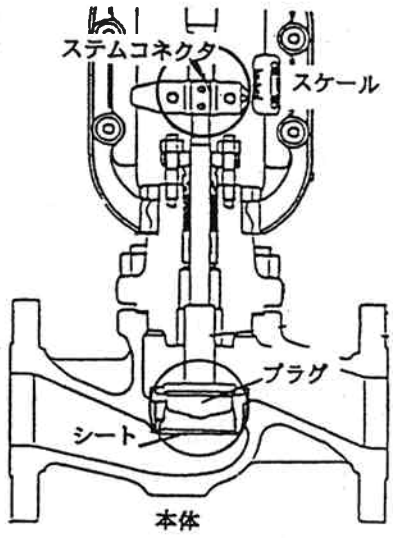
事例	調節弁締切不良	操作部 9

状況：試運転調整後の客先によるループ・テスト時に、調節弁の締切不良が発生した。
(DCS+I/Pポジショナ+調節弁のループ)

原因：調節弁単体調整時に、入力0%時での出力ゲージのポジショナ出力の確認、およびプラグ・ステムの動作の確認をせずに単体調整を実施したため。

処置
対策：再調整を実施。

教訓：エア・ツー・オープンの調節弁については、入力0%時にポジショナ出力がゼロでプラグ・ステムが動作しないこと、および、エア・ツー・クローズの調節弁については、入力100%時にポジショナ出力が供給空気圧まで上がりプラグステムが動作しないことを確認する。

事例	調節弁全閉時の漏洩量大	操作部 10

状況：調節弁のオーバーホールを実施後、運転開始時に、指針がスケール上のSHUTの位置にあるにもかかわらず漏洩量が多かった。

原因：スケールの取付けが上側にずれているのに、プラグがシートと完全にあたっているのを確認しないで、指針をスケール上のSHUTの位置に合わせただけでステム・コネクタを取り付けたため、プラグとシート間に隙間があり漏れが発生した。

処置・対策：再組付けによる手直し、およびストローク再調整。

教訓：オーバーホールを実施後の開度を全閉にして組み付けるのは指針とスケール上のSHUTを合わせるだけでなく、プラグとシートが完全あたっているのを確認してから組み付ける。

事例	調節弁納入仕様とのミスマッチ	操作部 11

状況：新設プラントに納入した調節弁が納入仕様と異なり、弁作動が逆になっていた。

原因：調節弁を発注する際の仕様確認不足によるため。

処置・対策：通常運転時の動作に関しては、ポジショナにて動作を変更して対応したが、エア・フェイル時の動作に問題があるため、後日、駆動部の変更を実施することになった。

教訓：客先と十分に仕様打ち合わせを各項目に沿って行い、それから手配する。

調節弁仕様の一部

項目	内容
御注文先	
プラント名称	
記号	
機器名称	
数量	台
機器形番	
弁サイズ×ポートサイズ又はCv値	×　Cv＝
定格・接続規格	
本体材料	
トリム材料 (BV・羽根・軸・軸受)	
弁特性	Eq%・リニア
上蓋型式	一般・高温・低温・ベローシール
操作器型式	
手動ハンドル	なし・サイド・トップ・ボトム
弁作動/アングル・三方弁流れ方向 AIRLESS	正．逆/┐・┌/分割．混合
グランドパッキン/ガスケット/グリス	/　_　/
供給空気圧/スプリングレンジ	/　kPa

事例	調節弁の開閉不良	操作部 12

状況：レベル調節計出力が100%となっているが、調節弁が開不良となっていた。
I/Pポジショナ入力は5VでOKであったが、出力空気圧が0kPaでNGであった。
計装供給空気配管をI/Pポジショナより外し、ブローしてみると水が出てきた。

原因：調節弁I/Pポジショナへの計装供給空気配管内の水つまり。

処置対策：I/Pポジショナ水抜きおよびレシーバ・タンクのドレン抜き、配管ブロー。

教訓：計装供給空気は計装用空気であり、水が入っていることを当初、疑っていなかったがI/Pポジショナのフラッパを手で動かしてみても、出力空気圧が0kPaであることより判断できた。
この部分のみに水詰まりが生じた原因は不明（夏場の結露？）だが、水詰まりをトラブル要因の1つとして疑う。

計装供給空気配管系統

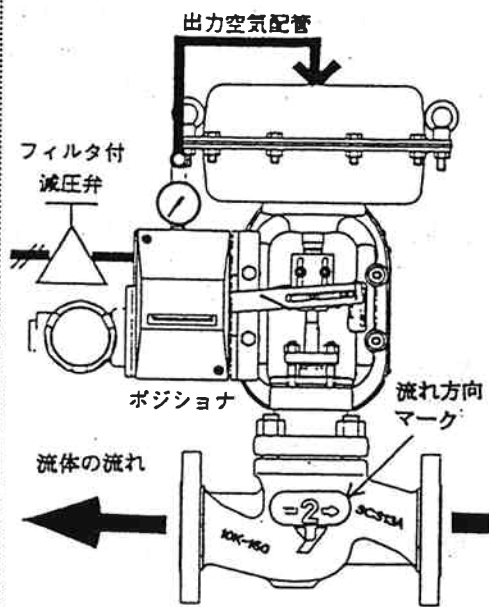
事例	調節弁のボンネット洩れ	操作部 13

状況：定期点検で分解·整備後、耐圧試験を実施し客先に納入した。調節弁を配管に取り付け後、客先が配管の気密試験を行ったところ、調節弁ボンネット部から洩れているとの連絡が入った。

原因：耐圧試験を実施した時に、試験圧力2.5Mpaで行わなければならないのに、ベロー・シール・タイプ調節弁のため0.8Mpaで行うものと思い込み作業を行ったため。

処置対策：ボンネットの増締めを行い、洩れは止まった。
ベロー・シール・タイプ調節弁の耐圧試験の試験圧力は通常の調節弁と同様に本体定格の1.25倍で実施するように徹底する。

教訓：思い込み作業は、時には非常に危険な場合があるので注意する。

事例	調節弁本体取付方向ミス	操作部 14

状況：数年前に納入されていた調節弁が、ずっと流れ方向と逆に取り付けられていた。今回の定期点検時に、この調節弁をオーバーホールした後に、本体から騒音がするようになった、と客先よりクレームになり、調査したところ本体の取付方向が逆であったのが発見された。

原因：取付けは、業者が実施したが、試運転時やまた毎年実施している簡易点検時には、だれも取付方向が逆だとは気が付かず、取付方向の確認は行っていなかった。また今までの通常運転では、開度を70%以上に開かなかったため騒音も鳴らず、客先も気が付かなかった。

処置対策：後日、正しい方向に取り付け直す。

教訓：取付ミスの責任は、業者にあるが、試運転時や簡易点検時に確認すべきであると指摘され、簡易点検時のチェック・シートに項目を追加した。

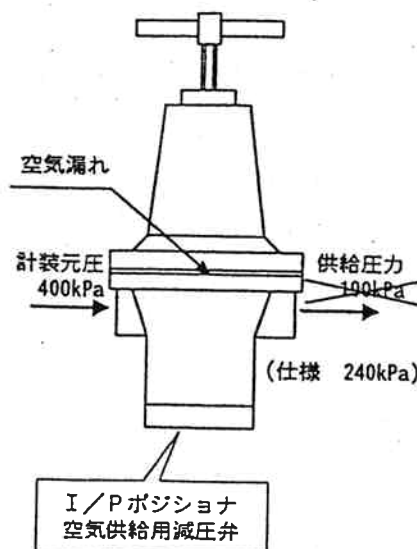
事例	バルブポジショナ取外時のケーブル断線	操作部 15

状況：バルブ・ポジショナを更新する作業で、電線管フレキ・ユニオンが錆付いており、取外しができなかったため、電源OFF後入力線をポジショナ端子台で外し、ポジショナ本体を回して交換を行った。単体調整後、ループ・テストを実施したところ調節弁が全く動作しなくなった。

原因：ポジショナ本体を回しながら外した際に、フレキ内のケーブルがよじれ断線した。

処置対策：
・電線管フレキおよびケーブルの長さに余裕があるかないかを確認し、余裕がある場合は、ユニオン部より切断し、ケーブル端末処理およびユニオン交換を行う。
・劣化などがある場合には、客先に改善提案を行い早めの処置をする。

教訓：機器などを取り外す場合には、取付状態を十分確認し、適正工具を使用する。

事例	弁開度指示が100%だが流量出ず	操作部 16

状況：流量調節計の弁開度出力が100%だが、流量は約50%程度しか流れない。調節弁は全開となっておらず、I/Pポジショナの出力が130kPaと低かった。
I/Pポジショナへの供給空気用の減圧弁を確認したところ、エアが漏れていた。

原因：I/Pポジショナへの供給空気用減圧弁のエア漏れ。

処置：減圧弁の増締め。
対策

教訓：減圧弁まわりの点検を強化する。

事例	弁開度指示が0%なのに空気流量あり	操作部 17

状況：炉4ゾーン燃焼空気調節計の弁開度指示が0%なのに、燃焼用空気流量が出力されている。
現場調節弁の弁開度を確認すると約50%開いていた。I/Pポジショナ指令圧は60kPaであり、I/Pポジショナ外線を外してみたが、60kPaから下がらなかった。

原因：I/Pポジショナ不良（零点調整不能）。

処置：I/Pポジショナの予備品と交換。
対策　交換後の点検ではノズル・フラッパのつまりが原因であった。

教訓：このようなトラブルにおいて点検順序をどうするかであるが、I/Pポジショナに着目することにより修復をはやくできた。

事例	弁開度出力あげても空気流量変化せず	操作部 18

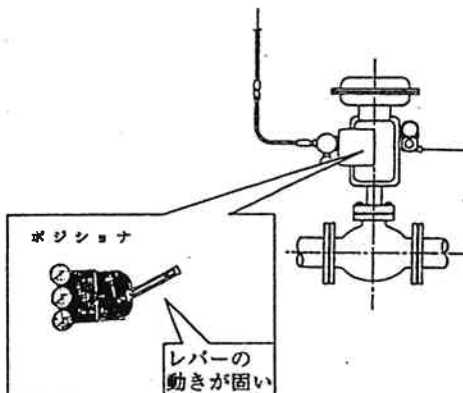
状況：弁開度出力をあげても空気流量が変化しない。
空気流量調節弁を点検したところ、I/Pポジショナへ供給している計装空気配管接続部から空気漏れを生じていた。

原因：I/Pポジショナへの計装空気配管接続部の折損。

教訓：ユニオンを使用し、接続し直し。
対策

教訓：経年劣化のところへ振動などの影響を受けたためと考えられる。同様設備の点検要。

燃焼空気調節弁

事例	流量制御不良	操作部 19

状況：休止立ち上げ後、昇温を開始したところ調節弁が全閉となったままで動作しない。電流信号は、正常に出ていた。

原因：ポジショナ・パイロット弁内部にオイル・ミストが溜まっていた。

処置：エア・フィルタ交換、ポジショナの整備。
対策

教訓：計装供給空気は塵埃、湿気のない空気がよいが、いわゆる雑用空気をフィルタを介して利用する場合は、清浄を保つ手入れが重要である。

事例	流量調節弁ポジショナ不良	操作部 20

状況：カスケード（C），オート（A），マニュアル（M）いずれの制御モードでも流量が大きくハンチングして制御できない。調節弁が全閉、全開を繰り返している。

原因：ポジショナ内部の開度フィードバック・レバーの動きが固くなり、フィードバック信号が正常に出力されていなかった。

処置対策：給脂後、清拭手入れ。

教訓：調節弁は比較的悪環境下での設置場所が多いのでカバーなどによる防護対策が必要である。

事例	冷却水流量調節弁が全閉不能	操作部 21

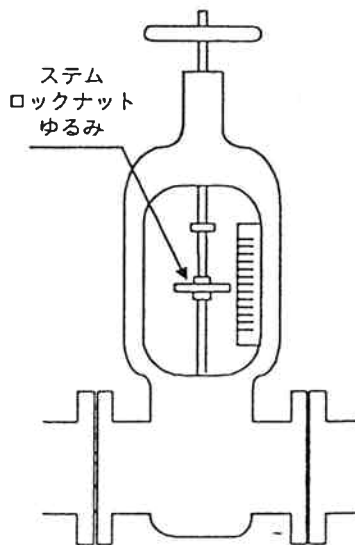
状況：作業終了にて冷却水流量調節弁を全閉操作したが全閉にならず、80l/min程度の水漏れを生じた。
調節弁のトップ・ハンドルにて閉じたが、全閉にはなりきらず、30l/min程度の水漏れのままとなった。

原因：弁座と弁栓の間に異物がはさまり、全閉にならなかった。

処置対策：異物の除去とストレーナ点検。

教訓：冷却水は工業用水であるため、定期的にストレーナ清掃を行う配管系統である。清掃時に異物が入らないように注意する。

配管系統

事例	冷却水流量低下警報の断続出力	操作部 22

状況：冷却水流量の設定値が510l/minにもかかわらず、410～520l/minの間でハンチングし、冷却水流量低下警報が断続的に出力される現象が発生した。
冷却水流量低下警報設定値は420l/minであった。

原因：調節弁～ポジショナ間の連結アームのロック・ナットゆるみにより、調節弁が動作不良となっていた。

処置：点検・増締め。
対策

教訓：周囲からの振動の影響を受けやすい系にあるので、見回り点検の対象とした方がよい。

事例	冷却水量止まらず	操作部 23

状況：調節計をマニュアルにして、全閉操作するも冷却水量指示値が0とならない。現場調節弁トップ・ハンドル全閉操作するが水漏れが止まらない。

原因：調節弁ステムのロック・ナットのゆるみ。
このトラブルの前に、水漏れが多くなってきたので、締切圧を強くするため、ステムを少し長くした経緯がある。これがゆるんだものと考えられる。

処置：ロック・ナット増締め。
対策

教訓：締め付け後、ペイント・ロックし、ゆるみを事前にキャッチする。

事例	炉燃焼制御中の空気流量が不安定	操作部 24

状況：炉燃焼制御中に空気流量指示値がハンチングし、不安定となった。空気流量調節計をマニュアルにして調査すると弁開度25％を越えると不安定となることがわかった。
調節弁のP/Pポジショナを動作確認すると板カムに復元レバーのローラが当たっていなかった。

原因：P/Pポジショナの板カムと復元レバー・ローラとのセンタが狂ったため。

処置対策：ローラが片へりの状態で、また板カムも偏摩耗していた。
仮処置として板カム取付部に平ワッシャ2枚を入れ、板カムと復元レバー・ローラとのセンタ合わせを実施。

教訓：機械的摩耗の発生する機構があるものは点検周期の見直し。

板カム式P／Pポジショナ

事例	NOX分析計指示異常	その他 1

状況：分析計の自動校正終了後、ゼロ・ドリフト値が高くなり異常となった。

原因：ドレン・セパレータのフィルタ詰りにより、ドレン・ポットの水を吸い上げ、エアを吸った。

処置対策：フィルタの手入れ。

教訓：排ガスには、ダストが多少含まれており、フィルタ内で蓄積される。定期的にフィルタ内の手入れまたは交換が必要。

事例	汚水排水水質計不良	その他
		2

状況：水質計の指示がゼロ以下となり、水質の監視が不能となった。

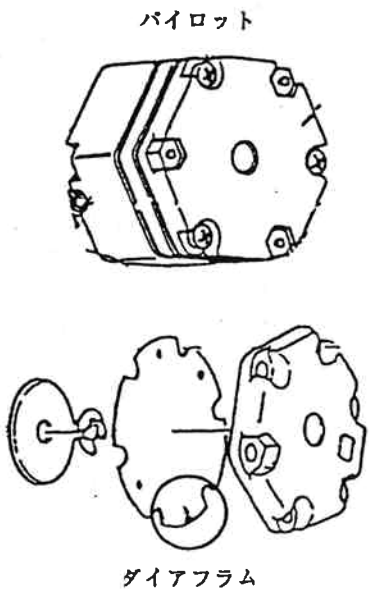
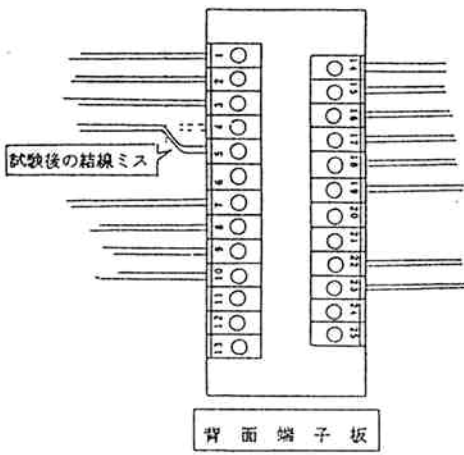
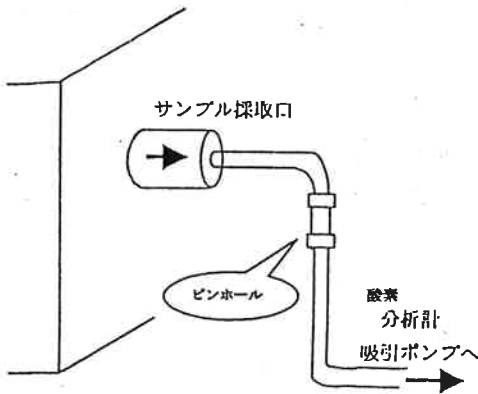
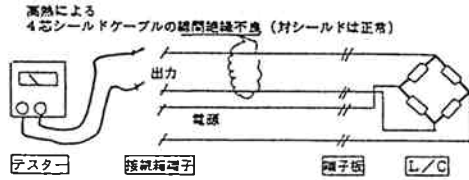
原因： 投光用水銀ランプが劣化し、光量不足が生じた。

処置：水銀ランプおよび検出器（可視光、可視光比較、
対策　紫外線、紫外線比較）の交換。
周期管理による検出器の交換を3年に1度実施していたが、2年に変更した。

教訓：消耗品であるランプなどの周期管理は実績を重視して、柔軟に対応する方が予防保全できる。

水 質 計

事例	計装マイコンDBSハード・ディスク・ダウン	その他
		3

状況：マスタ側のDBSハード・ディスク異常が発生したので、スレーブ側のバックアップ・マイコンに切り替え稼動させた。

原因：ハード・ディスク磨耗劣化によりディスク回転が停止したため。

処置：予備のハード・ディスク装置と取り替え、調整。
対策

教訓：マイコン関係のトラブルは突然発生することが多く見受けられる。予備品保有は高価であり、即交換は難しい面があるので長期的な老朽更新対策などの検討が必要である。

バスライン
A
B
DBS マスター
DBS スレーブ
HD 1
HD 2
（ハードディスク）

事例	現場指示調節計の調節出力異常	その他 4

状況：現場指示調節計の調節出力が出ないため、調節弁が開かない。

原因：点検をしたところ、パイロット・リレーから空気が多く漏れていたので、パイロット・リレーのオーバーホールを実施したところ、ダイアフラム部に亀裂が入っていた。

処置対策：ダイアフラムを交換し、再組付け再調整。また、ループによる動作確認も正常。

教訓：ダイアフラムなどの消耗品は定期的に交換する。

事例	校正試験後の結線ミス	その他 5

状況：発信器、変換器、などのループ試験を実施したのち、操業に入ったら指示がまったく出なくなった。

原因：試験を実施したのち、結線する際に端子4に接続するところを誤って端子5に接続した。

処置対策：指差呼称、事後確認の徹底。

教訓：変換器や端子板には空き端子が多い。隣の端子に配線があればこのようなミスは起きないが、不慣れな新人にはつい間違いが生じる。ゼロ、またはそれ以下のPV値であれば気付かないことがあるので注意を要する。

事例	酸素分析計指示値異常	その他 6

状況：通常，15％Vol/％位指示するところが、16％Vol/％と高い指示をしている。

原因：サンプル配管の継手部に腐食によるピン・ホールができ、そこからエアを吸いこんでいた。

処置対策：配管継手部の取替え。

教訓：分析計の指示不審の多くはサンプル系のトラブルといえる。とくに、負圧のサンプル系はエアの吸いこみに注意を要する。

事例	秤量機指示ハンチング	その他 7

状況：ロード・セル・タイプの秤量機で重量指示が、ジワジワと上がったり下がったりする。

原因：高熱による4芯シールド・ケーブルの線間絶縁不良が生じ出力が変動していた。

処置対策：耐熱ケーブル更新。（耐熱テープ、カバーなどの養生も必要である）

教訓：ケーブル線間の絶縁が悪くなると、ロード・セル抵抗と並列状態になり、テスタで調査する際の判定が難かしい。

事例	配線ループ断線による制御不良	その他 8

状況：圧力ダンパが全開となり制御不能となった。

原因：調節計MV出力調査のために設置していたデータ採取用抵抗の断線により出力が出なかった。

処置：端子形抵抗ユニットの取外し・結線。
対策

教訓：データ採取などが終了すればそのままにせず完了時に撤去することが重要である。採取時には明示しておくと、故障発生の際に復旧時間の短縮が図れ、被害を最小限に食い止められる。

事例	発信器SI化作業における誤調整	その他 9

状況：発信器のSI化作業で、負圧レンジの発信器においてレンジ変更を間違えて調整を行った。

原因：発信器のSI化を行う時にmmHgをmmH2Oと誤認識しＳＩ単位へ換算し、レンジ変更・調整したため。
元のレンジ　　-760mmHg～0mmHg
SI単位への換算　正：　-0.1Mpa～0Mpa
　　　　　　　　誤：　-7.6Kpa～0Kpa

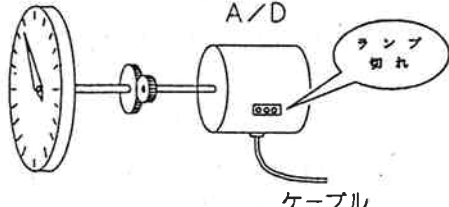
処置：現場PGとの差異に気づき大事には至らなかった。
対策　正しいレンジでの再調整を実施する。

教訓：単位換算は、複雑な場合があるので、より注意する。

単位換算表

Pa	kgf/cm^2	mmH_2O	mmHg
1	1.01972×10^{-5}	1.01972×10^{-1}	7.50062×10^{-3}
9.80665×10^{4}	1	1×10^{4}	7.35559×10^{2}
9.80665	1×10^{-4}	1	7.35559×10^{-2}
1.33322×10^{2}	1.35951×10^{-3}	1.35951×10	1

事例	ランプ切れによる表示不能	その他 10

状況：レベル指示計は正常に指示しているが、A/Dコンバータの出力である表示がでない。

原因：A/Dコンバータ用のランプ球切れ。

処置：ランプ交換。
対策

教訓：ランプ球切れは予測困難、事後保全とする。

事例	リミット・スイッチ動作確認時の不注意による地絡	その他 11

状況：調節弁の分解整備作業において、分解前動作確認としてリミット・スイッチが取り付いていたため動作点の確認を行った。その時に誤って地絡させてしまいプロセス・コントローラのDIターミナルのヒューズを溶断させてしまった。また客先よりリミット・スイッチの動作確認は予定外の作業であると注意された。

原因：リミット・スイッチに電源が通電されている状態で、テスタにて動作点の確認を行った時に、リード線 がケースに触れてしまい地絡した。

処置：DIターミナルのヒューズを交換し、良好となる。
対策　作業要領書にリミット・スイッチの動作確認項目が明確に書かれていなかったために客先に“予定外作業”との認識を与えてしまったと考えられる。今後は、アクセサリについての作業内容も明確にすることにした。

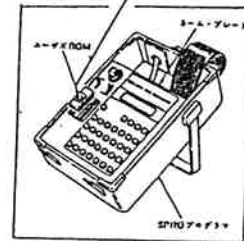
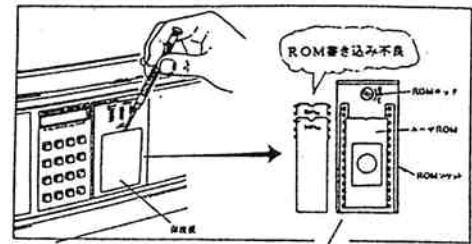
教訓：作業時に不明点がでた場合には、客先へ再確認を行う。また、通電状態で機器の点検作業は、より注意して行う。

事例	炉温度制御不良	その他
		12

状況：ガス流量をカスケード制御で操業中、大きく変動しはじめた。そこで、オート・モードに切替えたが状況は同じであった。

原因：外部信号が入力された時点で発生しており、プログラマブル調節計内のROMに書込不良個所があった。

処置
対策：予備調節計（ROM含む）と交換。

教訓：バックアップROMは最低限各一個確保しておくことが保守上重要である。また、作成時にOJTをかねて若手の教育に活用できる良いテーマでもあり、ぜひ実施すべきである。

3. 関連用語集

次の用語集は、本マニュアルの中で使われている、代表的な用語を取りあげたものである。詳細は個々の用語辞典にて補足すること。

用語	説明
IEEE	アメリカ電子技術者協会（Institute of Electrical and Electronics Engineers）
A/D	アナログ信号をデジタル信号に変換すること。（Analog to Digital Conversion）
アイソレータ	入力信号と出力信号を直接的に絶縁する機器。
アキュームレータ	高圧流体の貯蔵槽で（高圧発生機器と使用機器との中間に位置し）高圧流体の流量、圧力を一定に保つための容器。
インテリジェント型	測定量を指示するだけでなく、演算機能を持ち、測定量を加工表現指示できる計器。
ウエットレグ	密閉容器の液面測定に差圧レベル計を使用する場合、容器内圧力をレベル計の低圧側に導いて均圧し、容器内圧力の影響をなくしている。この低圧側に導いた流体が凝縮しやすい場合は、あらかじめ容器内の同一液体を導圧管内に封入しておく方法。
エア･ツー･オープン	操作部となる調節弁や、オンオフ弁の動作を表す用語である。弁のアクチェエータ部に計器用空気が導入されて弁が開く場合。
エア･ツー･クローズ	弁のアクチェエータ部に計器用空気が導入されて弁が閉まる場合。
エアパージ	外部から清浄な空気を機器内部に供給すること。
O/Cマーク	調節弁における開（OPEN）、閉（CLOSE）の印。
オペレータズ･ステーション	分散型制御システムのオペレータズ・コンソールとして用いられるインテリジェント・ステーション。
カスケード･コントロール	カスケード制御のこと。１次調節計の出力を2次調節計の目標値として与える制御方法。
逆止弁（チャッキ弁）	流体を一定方向にのみ流し、その逆流を自動的に防ぐために用いられる弁。
校正	測定量の代わりに標準器や標準試料などを用いて、これを測定器の入力として与え、その出力（指示値）と真の値との関係を求めること。

コンデンス・ポット	測定流体を凝集し、同一のレベル液体として測定するための凝集槽。
器差	測定値の示す値から示すべき真の値を引いた値。または、標準器の公称値から真の値を引いた値。
誤差（エラー）	測定値から真の値を引いた値。
3岐弁（マニホールドバルブ）	3方弁や3組弁といわれるもので、差圧発信器において高圧側と低圧側とを同一の圧力にする均圧弁と導圧管のストップ・バルブの役割をする弁。
受信器	検出器や発信器（伝送器）などからの信号を受け、指示、記録、警報などを行う機器。
正確さ	かたよりの小さい程度をいう。
精度	計測器が表す値、または測定結果の正確さと精密さを含めた総合的な良さ。すなわち指示された条件のもとで、その計測器の型式、仕様により許容される出力（指示値）の誤差の限界を定めたもの。
ストレーナ	粉塵粒子などの異物を取り除くため、検出器の上流に挿入されるフィルタ。
測定スパン	測定範囲の最大値と最小値の差。またはあるレンジの最大値と最小値との差。
測定値	測定によって求めた値。
スマート発信器	マイクロプロセッサを搭載した発信器で、気体、液体、蒸気の流量、圧力、液位などの測定が可能で、測定差圧に対応した4～20mADCのアナログ信号、DEプロトコルによるディジタル信号を出力する。
SFC（スマート・フィールド・コミュニケータ）	スマート発信器と双方向通信が可能で自己診断の結果やレンジ、ダンピング、単位などのデータ・ベースの変更、自動ゼロ調整などを実施するときに用いる機器。
設定値	調節器や制御装置に目標値として与えられた値。または、調節器や制御装置の制御動作のパラメータとして与えられた値。
CRT	装置系と人間とを結ぶインターフェース用途となる各種の表示素子や表示装置に使われる機器。
ダンピング	ハンチングや指示値のいきすぎを防止するための制御をいう。
定電圧定周波電源装置（CVCF）	電子計算機のように電源に対する要求度の高いものについては、機能を維持するために通常考えられる電圧変動率以下に電源電圧の変動を抑える装置。

DCS（ディストリビューテッド・コントロール・システム）	分散型制御システムのことで、制御と管理機能を1つのコンピュータに集中せず、機能とその機能分担するハードウェアをプラント内に分散設置し、いずれの場所からでも全体の情報が得られ、また任意のループ操作も可能で、各ハードウェア間を通信ケーブルにより結ばれたシステム。
ディストリビュータ	発信器にDC24V電源を供給するとともに、発信器からの信号（4～20mAまたは１～5VDC）を入力して、絶縁された4～20mA DCまたは1～5VDC出力に変換する機器。
ドライ・レグ	密閉容器の液面測定に差圧レベル計を使用する場合、容器内圧力をレベル計の低圧側に導いて均圧し、容器内圧力の影響を無くしている。この低圧側に導いた流体が凝縮して液になると測定誤差を生ずる。そのため低圧側導圧管に流体が液化しないようにする方法。
バーンアウト	入力信号が開放状態になったとき、受信計器の指示を振り切らす機構。
パラメータ	装置内での変量の関係を記述する量のこと。（すなわち一定の場合や、時間、または装置の変量の大きさによって決まる。）
ハンチング	指示が一定値を示さず、ある幅をもって振動すること。
PCS（プロセス・コントロール・ステーション）	分散形制御システムの制御機能の集合部。
ばらつき	測定値の大きさがそろってないこと。また、不ぞろいの程度をいう。
ホット・ボルティング	たとえば、調節弁に流体が流れ本体の温度が上がったあとに行うボルト・ナットの増締めのこと。
ポジショナ	統一信号に従って駆動部の軸の位置を制御する機器でI/Pポジショナ、P/Pポジショナがある。
ピックアップ	ロータの回転を電気信号に変換する機器。
プリアンプ	ピックアップで得られた電気信号を伝送のため増幅および整形し、出力信号を作る機器。
レシプロ・ポンプ	シリンダ内をピストンが往復運転することにより、シリンダ内容積の拡大と縮小を起こし、拡大により液を吸い、縮小により吐出するポンプ。
ルーブリケータ	グリスをグリス・ガンを使って注入する器具でポータブル型と固定型とがある。
ROM（Read Only Memory）	読み出し専用メモリのこと。電源を切ってもあらかじめ書き込んである内容が消えないという特徴がある。

４．参考文献・資料

(1) 社団法人計測自動制御学会：文部省「学術用語集」計測工学編
(2) プロセス計装制御技術協会：「計装制御システムのスタートアップマニュアル」
(3) ㈱島津製作所：参考図面
(4) 横河電機㈱：製品カタログ
(5) 山武ハネウエル㈱：製品カタログ
(6) ㈱東芝：参考図面
(7) 富士電機㈱：参考図面

中小企業総合事業団

〒105−8453東京都港区虎ノ門3−5−1　虎ノ門37森ビル
☎03−5470−1523
情報・技術部
事業団ホームページURL　http://www.jasmec.go.jp/